

# **SZAKDOLGOZAT**

**KOCSIS MÁTYÁS**

**Kenéstechnikai és tribo-diagnosztikai szakember képzés**

**Gödöllő  
2024**



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem**  
**Szent István Campus**  
**Kenéstechnikai és tribo-diagnosztikai szakember képzés**

**Karbantartási stratégiák a Magyar Honvédség légierős  
alakulatainak üzemanyag telepein**

|                         |                                                                  |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------|
| <b>Belső konzulens:</b> | Dr. Keresztes Róbert Zsolt<br>egyetemi docens                    |
| <b>Külső konzulens:</b> | <b>Bánhegyi József</b><br>termelési vezető                       |
| <b>Készítette:</b>      | <b>Kocsis Mátyás</b><br>DOV011<br>levelező tagozat               |
| <b>Intézet/Tanszék:</b> | Magyar Agrár- és<br>Élettudományi Egyetem<br>Szent István Campus |

**Gödöllő**  
**2024**

## Feladatlap

### MŰSZAKI INTÉZET

Kenéstechnológiai és Tribo-diagnosztikai szakmérnök / szakember

### SZAKDOLGOZAT

feladatlap

*Kocsis Mátyás (DOV011)*

részére

A szakdolgozat címe:

**Karbantartási stratégiák a Magyar Honvédség légierős alakulatainak üzemanyag telepein**

#### Feladatkiírás:

Bevezetés, Cégbemutató, Szakirodalom feldolgozás, Probléma bemutatása, Karbantartási mix meghatározása, Gazdasági számítás, Összefoglalás

**Közreműködő tanszék:** Anyagtudományi- és Gépipari Folyamatok

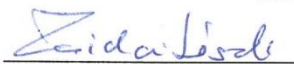
**Külső konzulens:** Bánhegyi József, termelési vezető, GO-METALL Kft.

**Belső konzulens:** Dr. Keresztes Róbert Zsolt, egyetemi docens, Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem

**Beadási határidő:** 2024. november 5

Gödöllő, 2024. szeptember 9

Jóváhagyom

  
(tanszékvezető)

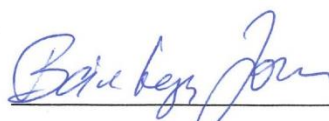
  
(szakfelelős)

Átvettem

  
(hallgató)

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

Gödöllő, 2024.

  
(külső konzulens)

## Tartalomjegyzék

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| Feladatlap.....                                                       | 2  |
| Tartalomjegyzék .....                                                 | 3  |
| 1. Bevezetés.....                                                     | 6  |
| 1.1. Téma jelentősége .....                                           | 6  |
| 1.2. Célkitűzés.....                                                  | 7  |
| 2. Cégbemutató .....                                                  | 8  |
| 3. Szakirodalom feldolgozása .....                                    | 9  |
| 3.1. Karbantartási folyamattal szemben támasztott követelmények ..... | 9  |
| 3.1.1. Biztonság: .....                                               | 9  |
| 3.1.2. Jogi és biztonsági követelmények .....                         | 9  |
| 3.1.3. Karbantartási tevékenységek dokumentálása .....                | 10 |
| 3.1.4. Költséghatékonyság.....                                        | 10 |
| 3.1.5. Környezetvédelem .....                                         | 12 |
| 3.1.6. Hatékonyság és működési megbízhatóság .....                    | 12 |
| 3.2. Karbantartási stratégiák .....                                   | 13 |
| 3.2.1. Megelőző karbantartás:.....                                    | 14 |
| 3.2.2. Javító karbantartás: .....                                     | 15 |
| 3.2.3. Prediktív, vagy állapot alapú karbantartási stratégia: .....   | 15 |
| 3.2.4. Kockázatalapú karbantartás: .....                              | 16 |
| 3.2.5. Megbízhatóság-központú karbantartás: .....                     | 17 |
| 3.2.6. Elvégzett munka szerinti karbantartás: .....                   | 18 |
| 3.2.7. Teljes körű hatékony karbantartás: .....                       | 18 |
| 3.2.8. Automatizált karbantartás: .....                               | 19 |
| 3.3. Követelmények .....                                              | 19 |
| 3.3.1. Követelmények meghatározása és a rendszer kialakítása .....    | 19 |

|        |                                                                            |    |
|--------|----------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.3.2. | Objektív állapotfelmérés: .....                                            | 20 |
| 3.3.3. | Karbantartás.....                                                          | 21 |
| 3.3.4. | Megrendelés alapján végrehajtandó feladatok .....                          | 22 |
| 4.     | Probléma bemutatása.....                                                   | 23 |
| 4.1.   | Üzemeltetés során felmerülő problémák .....                                | 23 |
| 4.1.1. | Szennyeződések és üzemanyag-minőség .....                                  | 23 |
| 4.1.2. | Mechanikai meghibásodások.....                                             | 23 |
| 4.1.3. | Elektronikai és vezérlési problémák.....                                   | 24 |
| 4.1.4. | Karbantartási hiányosságok.....                                            | 24 |
| 4.1.5. | Képzetlen személyzet: .....                                                | 24 |
| 4.1.6. | Biztonsági kihívások.....                                                  | 24 |
| 4.2.   | Kritikus rendszerelemek .....                                              | 25 |
| 4.3.   | Karbantartások folyamatában jelentkező problémák.....                      | 29 |
| 5.     | Karbantartási mix meghatározása .....                                      | 31 |
| 5.1.   | Kockázati besorolás végrehajtása .....                                     | 31 |
| 5.1.1. | Kockázati valószínűség .....                                               | 32 |
| 5.1.2. | Kockázati következmény.....                                                | 32 |
| 5.1.3. | Kockázati besorolás kategóriái:.....                                       | 33 |
| 5.2.   | Kockázati besorolások .....                                                | 33 |
| 5.2.1. | Elfogadható kockázati besorolás: .....                                     | 34 |
| 5.2.2. | Bizonyos fokig elfogadható kockázati besorolás: .....                      | 35 |
| 5.2.3. | Nemkívánatos kockázati besorolás:.....                                     | 39 |
| 5.2.4. | Elfogadhatatlan kockázati besorolás: .....                                 | 47 |
| 6.     | Gazdasági számítás .....                                                   | 52 |
| 7.     | Összefoglalás.....                                                         | 59 |
| 8.     | Nyilatkozatok .....                                                        | 61 |
| 8.1.   | Nyilatkozat a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről..... | 61 |

---

|      |                               |    |
|------|-------------------------------|----|
| 8.2. | Nyilatkozat.....              | 62 |
| 8.3. | Konzultációs nyilatkozat..... | 63 |
| 9.   | Irodalomjegyzék.....          | 64 |
| 10.  | Mellékletek jegyzéke.....     | 68 |

## 1. Bevezetés

Ebben a fejezetben bemutatom a szakdolgozatomban tárgyalt problémát és annak jelentőségét.

### 1.1. Téma jelentősége

A Magyar Honvédség légierős alakulatainál, melyeknél az alaprendeltetésből fakadó fő feladat a repülési tevékenység, és az ebből eredő feladatok végrehajtása, egyaránt üzemeltet üzemanyag tároló, illetve kiszolgáló rendszereket, telepeket. Az üzemanyag telepek és az azokhoz tartozó kiszolgáló létesítmények karbantartása elengedhetetlen a biztonság, költséghatékonyság, környezetvédelem és a jogszabályi megfelelés biztosítása érdekében. A karbantartási tevékenységek segítenek elkerülni a potenciális veszélyeket, fenntartani a berendezések optimális működését, biztosítani a létesítmények hosszú távú fenntarthatóságát, valamint legfőbb célként, folyamatosan, gördülékenyen biztosítja a repülőeszközök hajtóanyag kiszolgálási feladatait, ezzel pedig a repülési tevékenységek végrehajtását.

A Magyar Honvédség vitéz Szentgyörgyi Dezső 101. Repülődandárjának üzemanyag szakterületvezetőjeként számos alkalommal tapasztaltam, hogy az üzemeltető személyzet magas szakképzettsége és problémamegoldó képessége nélkül a repülőeszközök hajtóanyaggal történő kiszolgálása több esetben is akadozva tudna csak megvalósulni. Ennek legfőbb oka, hogy a rendszerelemek az idő előrehaladtával öregednek, ezzel egyidejűleg sűrűsödnek be a működési rendellenességek. A karbantartások végrehajtása a Magyar Honvédség központi szervezeti által megkötött szerződések által valósulnak meg. A szerződött karbantartó cégek részére kulcsfontosságú egy műszaki leírás biztosítása, melyben a rendszer üzemeltetési és karbantartási körülményit kell minél részletesebben ismertetni.

Fontos kiemelni, hogy a Magyar Honvédség nem profitorientált szervezet (a civil repülőterekkel ellentétben). A rendelkezésre álló erőforrások az ország éves költségvetése alapján kerülnek számvetésre. Ebből kifolyólag különösen nagy hangsúlyt kell fektetni az egyik legfontosabb katonai logisztikai alapelve, a gazdaságosságra. A gazdaságosság pedig a megfelelő karbantartási stratégiák és ütemtervek alapján érhető el a legkönnyebben.

A honvédség által üzemeltetett üzemanyag telepek, és kiszolgáló rendszerek kialakítása két reptéren közel azonosak (a kecskeméti MH vitéz Szentgyörgyi Dezső 101. Repülődandárnál és a 47. Pápai Bázisrepülőtéren). A szolnoki MH Kiss József 86. Helikopterdandár kismértékben eltérést mutat az előzőektől, azonban az alkalmazott stratégiák egyaránt igazak

ezen alakulat üzemanyag telepeire is. Dolgozatom kutatómunkáját a kecskeméti repülőtéren végeztem.

## 1.2. Célkitűzés

A dolgozatom célja, hogy az egyes rendszerelemek megvizsgálásával minden elemhez karbantartási stratégiát javasoljon, valamint a jövőben a karbantartási szerződésekhez elengedhetetlen műszaki leírás alapját szolgáltassa.

## 2. Cégbemutató

A Magyar Honvédség számos különböző fegyvernemre szakosodott alakulattal rendelkezik, melyek együtt biztosíthatják a hadsereg integritását. A honvédség felépítését tekintve megkülönböztetünk szárazföldi, valamint légierős alakulatokat. A légierős alakulatok közül 3 alakulatnál találhatóak repülőeszközök, ezen alakulatok alaptevékenységei között szerepel számos repüléssel kapcsolatos tevékenység végrehajtása:

- Magyarország és NATO-szövetségesei légterének, területének és csapatainak oltalmazása, sérthetlenségének biztosítása, együttműködésben a NATO és a magyar légierő kijelölt egységeivel, alegységeivel;
- Folyamatos készenlét a légtérsértő, repülési szabálysértő légi járművek elleni tevékenységre, valamint a bajba jutott gépek, személyzetek megsegítésére;
- Hazánk, valamint a NATO-tagállamok és azok csapatainak oltalmazása az ellenség légitámadásaival szemben;
- Vizuális légi felderítés, légi támogatás;
- Tartalék biztosítása; a bázisról történő üzemeltetés esetén a repülések mindenoldalú biztosítása;
- A bajba jutott repülőeszközök részére segítség nyújtása;
- A NATO Biztonsági Beruházási Program (NSIP) feltételeinek helyi biztosítása, a repülőtér munkaterületének karbantartása;
- A nemzetközi szerződések és kötelezettségvállalások teljesítéséből meghatározott feladatok tervezése, szervezése és végrehajtása;
- A Bázisegyezmény (Basing Arrangement) keretében széles körű támogatás nyújtása a bázisrepülőtéren települő Stratégiai Légiszállítási Képesség (SAC)-program részére.
- A katonai erő alkalmazását igénylő esemény, nemzeti, illetve nemzetközi válsághelyzet kezelésére bevetett csapatok manővereinek és harctevékenységeinek biztosításával, illetve a katasztrófavédelemmel összefüggő feladatok végrehajtása;
- Az országvédelmi fegyveres készenléti és készenléti szolgálatok ellátása;
- Légi kutatás-mentés biztosítása az ország területén, illetve a környező országok határmenti területeinek tekintetében;
- A Magyar Honvédség szárazföldi csapatai harcának közvetlen légi támogatását végrehajtó repülőeszközök harctéri irányításába bevont előretolt repülésirányító állomány és harcászati légi irányító csoportok kiképzése és szintentartó képzése;
- Bel- és külföldi légi szállítások végrehajtása. [1] [2] [3]

### 3. Szakirodalom feldolgozása

Ebben a részben a szakdolgozatom témájával kapcsolatos alapfogalmakat, előírásokat, alkalmazandó karbantartási stratégiákat, valamint egyéb a dolgozat témájához kapcsolódó szakirodalmat ismertettem.

#### 3.1. Karbantartási folyamattal szemben támasztott követelmények

Az üzemanyag telepek karbantartása kritikus fontosságú a biztonságos működés és a környezeti kockázatok minimalizálása érdekében. Ezek a létesítmények jelentős mennyiségű veszélyes anyagot kezelnek, így a karbantartási munkálatok elengedhetetlenek a balesetek, meghibásodások és környezetszennyezések megelőzése érdekében. Az alábbiakban részletezem a karbantartás néhány legfontosabb aspektusát és előnyét. [4]

A karbantartási stratégiákkal kapcsolatos követelmények különböző szakirodalmi forrásokban jelennek meg, és általában az alábbi főbb pontokat tartalmazzák:

##### 3.1.1. *Biztonság:*

- Az üzemanyagtelepek karbantartási folyamatai során szigorúan be kell tartani a biztonsági előírásokat, ideértve a robbanásvédelmet, a tűzvédelmi intézkedéseket és a személyi védőfelszerelések használatát. A karbantartási tevékenységeket csak megfelelően képzett szakemberek végezhetik, akik tisztában vannak az üzemanyagokkal kapcsolatos veszélyekkel. [5]
- A karbantartási programnak magában kell foglalnia a rendszeres időközönkénti ellenőrzéseket, például a tartályok, csövek, szivattyúk és más berendezések állapotának felülvizsgálatát. Ezek célja a lehetséges szivárgások, korrózió vagy más hibák időben történő felismerése és javítása. [6].

##### 3.1.2. *Jogi és biztonsági követelmények*

- Az üzemanyag telepek és létesítmények működését szigorú jogszabályok szabályozzák. A karbantartási tevékenységek segítenek biztosítani, hogy a létesítmények megfeleljenek a vonatkozó előírásoknak és elkerüljék a bírságokat vagy a működés felfüggesztését. Jogi és biztonsági követelmények betartása elengedhetetlen üzemanyag telepek létesítése során. A hatósági, törvényi előírások célja a biztonsági előírások és szabályozások betartása, a környezetvédelmi és munkavédelmi kockázatok minimalizálása érdekében. Karbantartási tevékenységek megfeleltetése a helyi és

nemzetközi szabványoknak (pl. API, ASME, OSHA) megfelelően kell tervezni és kialakítani. Ezek érdekében szükséges a biztonsági berendezések rendszeres ellenőrzése és tesztelése és munkavédelmi képzések biztosítása a karbantartó személyzet számára. [7]

### 3.1.3. *Karbantartási tevékenységek dokumentálása*

- A karbantartási tevékenységek dokumentálása és nyomon követhetőségének biztosítása érdekében részletes karbantartási napló vezetése szükséges. Karbantartási tervek és ütemtervek archiválása, az elvégzett javítások és cserealkatrészek beszerelésének nyilvántartása, stb. Meghibásodás esetén a javításokat azonnal végre kell hajtani a telephely működésének helyreállítása érdekében. Fontos, hogy minden javítás, és a javítások során használt alkatrészek megfeleljenek a vonatkozó szabványoknak és előírásoknak. A karbantartási munkákat részletesen dokumentálni kell, beleértve a végrehajtott feladatokat, a felhasznált anyagokat és az alkalmazott módszereket. A dokumentáció elősegíti a nyomon követhetőséget és a későbbi hibaanalízis során hasznos lehet. [8] [9] [10]

### 3.1.4. *Költséghatékonyság*

- A karbantartás során a költséghatékonyság elérése kulcsfontosságú, hogy az eszközök és rendszerek megbízhatóan működjenek, miközben a kiadások minimalizálhatók. A rendszeres és időzített karbantartások csökkentik a meghibásodások kockázatát, ezáltal elkerülhetők a nem tervezett leállások, amelyek sokszor többletköltséggel járnak. Ez segít megelőzni a drága javításokat és a hosszabb állásidőt.
- A karbantartási stratégiák optimalizálása, jelentős költségmegtakarítást eredményezhet. A reaktív karbantartás (berendezés hirtelen meghibásodását követő hibaelhárítás) helyett a megelőző (preventív) karbantartási stratégiák alkalmazása javasolt, így csökkenthető a váratlan gépleállásokból eredő költség. Az eszközök fontossági sorrendjének megállapítása és a karbantartások ütemezése ezen alapján segít a legkritikusabb rendszerek megbízhatóságának fenntartásában, miközben a kevésbé fontos rendszereken kisebb figyelmet lehet fordítani. Ezekkel a módszerekkel a karbantartási folyamatok költséghatékonyabbá tehetők, miközben a rendszerek megbízhatósága és élettartama növelhető. [11]
- A számítógépes karbantartás-menedzsment rendszerek (CMMS, Computerized Maintenance Management System) használata révén optimalizálhatók a

munkafolyamatok. Ezek a rendszerek nyomon követik az eszközök állapotát, a karbantartási ütemezéseket, és rögzítik a költségeket, ami lehetővé teszi a hatékonyabb döntéshozatalt és a költségek csökkentését. A CMMS rendszer automatizálhatja a karbantartási munkafolyamatokat, és segíthet az erőforrások hatékonyabb alkalmazásában. A rendszer által lehetőség nyílik a karbantartási történetek, eszközállapotok és karbantartási ütemezések pontos nyilvántartására, ami jelentős költségmegtakarításhoz vezethet. Al-Turki 2014-es megállapítása szerint a CMMS rendszerek alkalmazásával akár 20-30%-os megtakarítást is elérhetünk a karbantartási költségekben az optimalizált ütemezés és jobb nyomon követés révén. [12]

- A megfelelően képzett munkaerő jelentősen hozzájárulhat a karbantartási költségek csökkentéséhez. A jól képzett karbantartó személyzet növeli a munkavégzés hatékonyságát, hiszen ők gyorsabban és hatékonyabban képesek elvégezni a feladatokat. A folyamatos képzés biztosítja, hogy az új technológiák és módszerek ismeretében dolgozzanak, ami hosszú távon megtakarításokat eredményezhet. Terry Wireman 2010-es „Developing Performance Indicators for Managing Maintenance” című kutatása során rámutatott arra, hogy a megfelelően képzett karbantartó személyzet növeli a termelékenységet és csökkenti a karbantartás során fellépő hibák számát, ami hosszú távon költségmegtakarítást eredményez. A karbantartási tevékenységeket végző személyzetnek megfelelő képzéssel és minősítéssel kell rendelkeznie. A személyzet rendszeres továbbképzése elengedhetetlen, hogy tisztában legyenek a legújabb biztonsági és technológiai fejlesztésekkel. [13] [14]
- A karbantartási teljesítmény méréséhez KPI-k (kulcs teljesítménymutatók) bevezetése szükséges, amelyek segítségével nyomon követhető a karbantartási tevékenységek hatékonysága és azok költség hatékonysága. Az ilyen mutatók lehetővé teszik a folyamatok folyamatos optimalizálását. A karbantartási teljesítménymérés fontos eszköze a költségek ellenőrzésének, és hatékonyan hozzájárul a folyamatos fejlesztéshez. A mérési rendszerek bevezetése akár 10-20%-os költségcsökkenést is eredményezhet. [15]
- Prediktív karbantartási IoT technológiák alkalmazásával valós idejű adatokat gyűjthetünk az eszközökről, ami segíthet a meghibásodások előrejelzésében és megelőzésében. A modern technológia használata révén a rendszerek valós időben figyelhetők, és az adatokat elemezve előrejelezhetők a meghibásodások. Ez lehetővé teszi, hogy csak akkor történjen karbantartás, amikor az valóban szükséges, ezzel

elkerülve a felesleges kiadásokat. Ez jelentősen csökkenti a nem tervezett leállások és javítások költségeit. Az IoT és a big data technológiák alkalmazása a prediktív karbantartásban lehetővé teszi az eszközök állapotának folyamatos nyomon követését, és a hibák előrejelzése akár 25-30%-os költségmegtakarításhoz is vezethet. [16]

- Az eszközök élettartamának meghosszabbítása célzott karbantartással szintén költséghatékonysági intézkedés. A rendszeres karbantartás és javítások biztosítják, hogy az eszközök hosszabb ideig működjenek megfelelően, ezáltal csökkentve a csere- és amortizációs költségeket. John Moubray elemzése szerint a megelőző karbantartás és az állapotalapú karbantartás egyaránt növeli az eszközök élettartamát, ami hosszú távon csökkenti a pótlási költségeket és javítja a költséghatékonyságot. [11]
- Fontos, hogy a szükséges pótalkatrészek mindig rendelkezésre álljanak, de ne legyen túl sok felesleges készlet, amely pénzügyi veszteségeket okozhat. Hatékony készletgazdálkodási rendszerekkel (pl. just-in-time) minimalizálható a raktárkészlet fenntartásának költsége.

#### 3.1.5. Környezetvédelem

A környezetvédelmi szabályok, előírások betartása nélkülözhetetlen veszélyes anyagokat tároló telepek üzemeltetése során. Az üzemanyag és egyéb veszélyes anyagok szivárgása súlyos környezeti károkat okozhat, ezért a szivárgások megőrzés. A rendszeres karbantartás segít megelőzni az ilyen incidenseket, csökkentve a talaj- és vízszennyezés kockázatát. A karbantartási munkák során biztosítani kell, hogy semmilyen káros anyag ne kerüljön a környezetbe, és a hulladékkezelés megfeleljen a környezetvédelmi előírásoknak. Ide tartozik az üzemanyag-maradványok megfelelő kezelése és a szennyezett eszközök tisztítása is. [17]

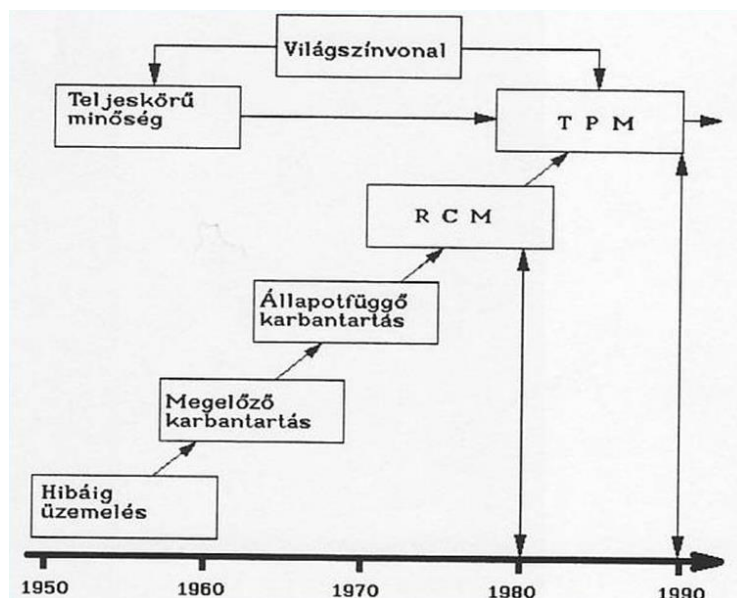
#### 3.1.6. Hatékonyság és működési megbízhatóság

A karbantartási folyamatok optimalizálása kiemelten fontos a hadrafoghatóság (vagy termelékenység) fenntartásának érdekében. A jól karbantartott berendezések hatékonyabb működést biztosítanak, kevesebb leállást eredményeznek, valamint segít optimalizálni a létesítmények energiafelhasználását, ami csökkenti az üzemeltetési költségeket.

Ezek a követelmények biztosítják, hogy az üzemanyag telepek karbantartási tevékenységei biztonságosak, hatékonyak és megfelelnek a vonatkozó szabályozásoknak, miközben minimalizálják a környezeti és működési kockázatokat.

### 3.2. Karbantartási stratégiák

A rendszerelemekhez alkalmazandó karbantartási stratégiák köre rendkívül széleskörűvé vált napjainkra. Az üzemanyag telepek és kiszolgáló létesítmények karbantartása elengedhetetlen a biztonság, költséghatékonyság, környezetvédelem és a jogszabályi megfelelés biztosítása érdekében. A karbantartási tevékenységek segítenek elkerülni a potenciális veszélyeket, fenntartani a berendezések optimális működését és biztosítani a létesítmények hosszú távú fenntarthatóságát. Ha a karbantartás tervezéséről van szó, a megelőző karbantartás népszerű választás sok cég számára, de nem mindig ez a legjobb megoldás. Valójában a túlzott megelőző karbantartás kontraproduktív lehet, szükségtelen állásidőhöz és erőforrás-pazarláshoz vezethet. Ehelyett a döntéshozóknak számos tényezőt figyelembe kell venniük, beleértve a berendezések korát, a működési feltételeket és a termelési igényeket, mielőtt kiválasztják a megfelelő karbantartási stratégiát. Tekintettel arra, hogy a rendszer különböző rendszerelemekből áll, amelyek szintén különböző igénybevételeknek vannak kitéve, így a legideálisabb a megfelelő karbantartás működtetésében, a karbantartási mix összeállítása. [18] [19] [20] [21]

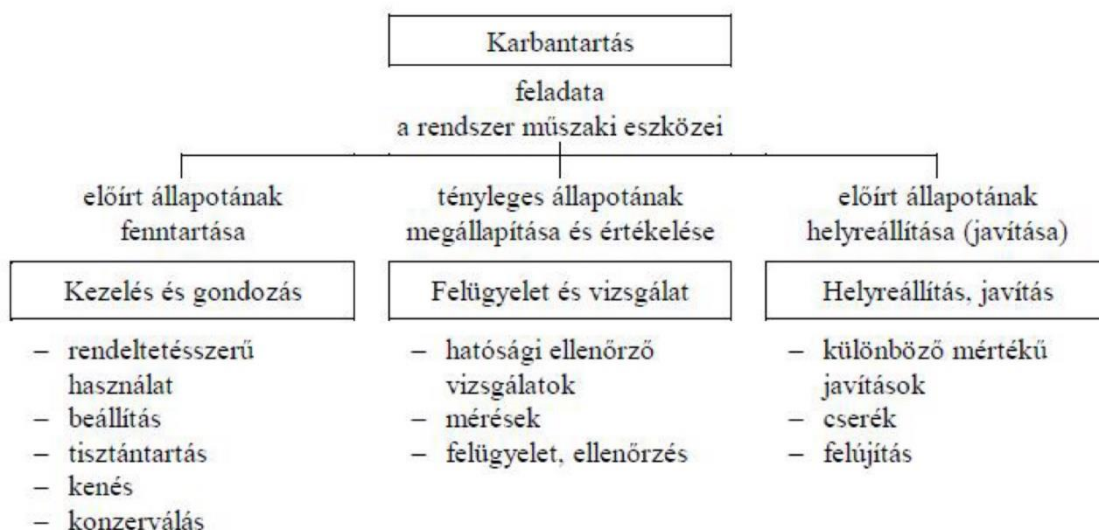


1. számú ábra: Karbantartási stratégiák fejlődése

A karbantartási követelmények különböző cégek, vállalkozások esetében mások és mások lehetnek, azonban vannak minden iparágat érintő azonos feladatai, elvárásai. A karbantartás, mint folyamat (más néven: gépfenntartás, vagy üzemfenntartás) az a műszaki tevékenység, amellyel valamely üzemben levő eszköz folyamatos, rendeltetésszerű használatát

biztosítják. Elvégzik a működéséhez szükséges szervezési, korszerűsítési, oktatási, nyilvántartási és ügykezelési feladatokat, üzembe helyezik az új berendezéseket, valamint foglalkoznak az elavult berendezések selejtezésével. [22] [4]

Az üzemfenntartás területeit az 2. számú ábra mutatja.



2. számú ábra: Karbantartás részei (Forrás: [22])

### 3.2.1. Megelőző karbantartás:

Más néven Tervszerű Megelőző Karbantartás (TMK, (Preventive Maintenance/Planned Maintenance, PM)). Ennek a karbantartási stratégiának a lényege a rendszeres, időszakos, ciklusos, ütemezett karbantartás a berendezés meghibásodásának megelőzése érdekében. A TMK lényege, hogy előre meghatározott időközönként ellenőrzési vagy javítási szándékkal le kell állítani az adott berendezés üzemeltetését. A megelőző karbantartás célja többértű lehet: kiterjedhet még a beüzemelés előtti időszakra (hibák eredendő okának feltárása, esetleges üzemeltetés előtti elhárítása). Másodsorban, a gazdaságosság határin belül, állandó és optimális üzembiztonság fenntartást biztosít, továbbá csökkenti annak a valószínűségét, hogy az eszközök a javítás előtt működésképtelenné válnak. A megelőző karbantartás lényege, hogy a tényleges állapot figyelmen kívül hagyásával, az előre meghatározott teljesítmény és idő adatok alapján a berendezésen ápolási (gondozási) és helyreállítási (javítási) intézkedéseket végezzenek. Ez magában foglalhatja a kenőanyagok cseréjét, a szűrők tisztítását és a rendszeres kalibrálásokat. A cél a váratlan meghibásodások elkerülése, ezért a karbantartási ciklusokat a

gépkönyvi előírások és az üzemi tapasztalatok alapján kisebb időtartamra választják, mint amekkora rendeltetésszerű használat mellett a teljes élettartam felhasználásához szükséges lenne. Fő előnye, hogy tervezhetővé teszi egyes rendszerelemekhez kapcsolódó karbantartó tevékenységet. Hátránya viszont, hogy a tervbe vett karbantartásokat végre kell hajtani, ami megnöveli a költségeket. Az üzemanyag telepeken tárolt és kezelt anyagok gyúlékonyak, mérgezőek, és robbanásveszélyesek lehetnek. A rendszeres karbantartás segít az olyan meghibásodások megelőzésében, amelyek súlyos balesetekhez vezethetnek, mint például a szivárgások, tüzesetek vagy robbanások. A megelőző karbantartás követelményei, hogy rendszeres ellenőrzési és karbantartási ütemterv kidolgozása mellett a berendezések állapotának dokumentálása és nyomon követése is megtörténjen. A tartályok, szivattyúk, szelepek és egyéb kritikus eszközök rendszeres ellenőrzése során végrehajtásra kerüljenek a szükség szerint tisztítási, kalibrálási és alkatrészcserek elvégzése is. [23] [24] [18] [25] [22] [21] [24]

### *3.2.2. Javító karbantartás:*

Javító karbantartási stratégia, másnéven üzemeltetés az eszköz meghibásodásáig (Failure Based Corrective Maintenance, FBCM). Az egyig leggyakoribb karbantartási stratégia. A berendezés javítása meghibásodás után, a legrégebbi karbantartási stratégia. A berendezést a hiba bekövetkezéséig üzemeltetik, amikor is az alkatrész már nem képes ellátni a funkcióját és csak ezután végzik el a karbantartási műveleteket, ami kiterjedhet annak javítására, vagy cseréjére. Előny, hogy könnyű megállapítani, ellenőrzés alkalmával az adott berendezés üzemképes-e? Hátránya viszont, hogy a meghibásodás váratlan bekövetkezése miatt a karbantartások időpontja nem tervezhető. Ez a stratégia javasolt csak olyan berendezéseknél alkalmazni, amelyek üzemképtelensége könnyen helyreállítható, illetve következménymentes, valamint nem veszélyeztet további meghibásodásokat (más rendszerelemeknél). Meghibásodás utáni gyors reagálás és helyreállítás elengedhetetlen ezen stratégia esetében. [18] [22] [25] [21] [24] [20]

### *3.2.3. Prediktív, vagy állapot alapú karbantartási stratégia:*

Az állapotfüggő karbantartási stratégia (Condition Based / Condition Centered / Corrective Maintenance, CBM/CCM/CM) fő célja, hogy az egyes rendszerelemek, gépek hibáit, nem rendeltetésszerű működését előre jelezze. Ez olyan adatalapú módszerekkel lehetséges, amelyek elemzik gépek állapotát, és előre jelzik a működési hibákat, a meghibásodást, valamint a karbantartási munkálatok szükségességét. Az állapotfigyelés során, olyan diagnosztikai eszközök és állapotjelző rendszerek alkalmazása, a célszerű, melyek

folyamatos információt szolgáltatnak a szakállomány részére. A folyamat végcélja pedig az adatgyűjtés és elemzés a karbantartási igények előrejelzése érdekében. Ezeknek a jeleknek az érzékelésével és feldolgozásával foglalkozik a műszaki diagnosztika. Minden gépnél megfigyelhető, hogy a meghibásodásuk előtt, illetve a meghibásodási folyamat kezdeti stádiumában a komponensek valamilyen figyelmeztető jelzést mutatnak, amelyek különböző mérési technikákkal érzékelhetők. A mérések során kapott információk alapján határozzák meg a karbantartási intézkedések időpontját, mélységét, terjedelmét és sürgősségét, valamint a javításra, cserére szoruló gépalkatrészek körét is. A gépek műszaki állapotát különféle állapotjellemzők határozzák meg, ilyenek lehetnek pl.: zaj, rezgés, ütésimpulzus, csapágyhőmérséklet, hatásfok, teljesítmény. A Magyar Honvédség esetében egyes rendszerelemek nem tervezett állásideje a hadrafoghatóság veszélyeztetését jelenti, és az adott elem rendeltetését tekintve tovább hátráltatja egyes folyamatok végrehajtását. Az állapotalapú karbantartás előnye, hogy tervezhető képet ad a karbantartás idejéről, növeli az egyes berendezések élettartamát, valamint a megelőző karbantartáshoz képest kevesebb állásidőt eredményez. Hátránya, hogy olyan rendszer kialakítása szükséges, amely folyamatos, pontos információkat szolgáltat. [18] [22] [25] [26] [21] [24] [27]

#### 3.2.4. *Kockázatalapú karbantartás:*

A kockázat alapú karbantartási stratégia (Risk Based Maintenance, RBM, vagy Risk Based Inspection and Maintenance, RBIM) fő célja, hogy a berendezések meghibásodásának kockázatértékelése alapján fontossági sorrendbe állítsa azokat. A kockázatra alapozott karbantartás-menedzsment a korszerű karbantartás-tervezés alapvető stratégiája. Az RBM a tervezés, a kivitelezés és az üzemeltetés során a kockázatokat vizsgálja, és ennek alapján hozza meg a szükséges döntéseit. A tervezés, a kivitelezés és az üzemeltetés során a pozitív és negatív kockázatokat egyaránt vizsgálja, és ennek alapján hozza meg a szükséges döntéseit. Előnye, hogy növeli a berendezések rendelkezésre állásának idejét, növeli a leállások közötti ciklusidőt, csökkenti a karbantartásra fordított összeget. [18] [22] [25] [21] [24]

Az RBM alkalmazása kulcsfontosságú a nagyobb gépeket, eszközöket alkalmazó vállalatok esetében, mert az ipari termelés szempontjából kulcsfontosságú információkat biztosít, mind a versenyképesség, mind a biztonság szempontjából pedig elengedhetetlen a gyors döntéshozatal. A biztonságos működéshez kapcsolódó teljes költség (rendszerek, berendezések, és munkaerő) igen jelentős lehet mértékű egyes ágazatokban. [28]

Az RBM célja a felülvizsgálati és karbantartási folyamatok hatékonyságának növelése a rendszerelemek állapotára és viselkedésére vonatkozó adatok elemzése alapján, valamint hogy a karbantartási tevékenységek prioritizálása. A módszer olyan feltételeket teremt, amelyek biztonsági (és hadrafoghatósági) tényezőkre alapozva racionális és költséghatékony megoldásokkal segíti a döntéshozatalt. Az információk birtokában lehetőség van a legkockázatos rendszerek, rendszerelemek a kritikus berendezések azonosítására és az ezekre vonatkozó specifikus karbantartási tervek kidolgozására és meghatározására. [28] [29]

### 3.2.5. Megbízhatóság-központú karbantartás:

A megbízhatóság központú karbantartás (Reliability Centered Maintenance, RCM) kritikus összetevők karbantartására való összpontosítás a rendszer általános megbízhatóságának biztosítása érdekében. A megbízhatóság alapú karbantartás (RCM) vagy más fogalmazásban: a megbízhatósági szint szerinti üzemeltetés a gépek funkciója, az egyes elemei meghibásodási valószínűsége és annak következményei, valamint kockázatai figyelembevételével alkalmazza az egyes berendezésekre a legmegfelelőbb stratégiát. Az RCM tehát konkrét üzemeltetési tárgyra, üzemeltetési rendszerre kidolgozást igénylő és érvényes stratégia. Ebből kifolyólag, az RCM karbantartási stratégiát azokra a gépegységekre javasolt kiterjeszteni, amelyek meghibásodása a legsúlyosabb következményekkel járhat. [18] [22] [25] [21] [24]

Az RCM egy logikus döntési folyamatot alkalmaz, amelynek fő célja az eszközök karbantartási igényének meghatározása. Ennek érdekében számba veszi a lehetséges károsodás következményét, valamint az eszköz alapvető megbízhatóságát. A RCM elemzés a következő fázisokat tartalmazza: [28]

- 1) Károsodási mechanizmus és hatáselemzés, ami minden berendezés és rendszerelem károsodásait, körülményeit és következményeit vizsgálja (kialakulásának lehetőségei, okai).
- 2) Károsodási mechanizmus osztályozása azt jelenti, hogy az adott rendszer károsodása öregedési folyamattal összefüggő, vagy véletlenszerű okokhoz vezethető vissza.
- 3) Károsodás jellemzőinek elemzése, ami a bekövetkezett károsodás számszerű értékelése.
- 4) Felülvizsgálati - és karbantartási igény meghatározása az előző lépésekben végrehajtott elemzések kiértékelése, mely során meghatározásra kerül az alkalmazandó karbantartási stratégia.

A 3.2.4. pontban részletezett RBM, és az RCM módszer számos hasonlóságot tartalmaz, mivel mindkettő stratégia számításba veszi a meghibásodás valószínűségét és a következményét. Az RCM tekinthető egyes esetekben az RBI egyfajta módszerének is.

### *3.2.6. Elvégzett munka szerinti karbantartás:*

Másnéven „Jellemző paraméterek állapota alapján elvégzett karbantartási stratégia „ (Parameter Condition Based Maintenance, PCBM) stratégia alapja az üzemi, termelési, gyártási folyamatok jellemző, kritikus paramétereinek figyelése. A karbantartási ciklusidőt, a beavatkozások időpontját ezeknek a paramétereknek az állapota, vagy változása alapján határozzák meg. Ennek a stratégiának az alkalmazásához ismerni kell a gép állapotváltozása és a jellemző paraméter változása közti kapcsolatot, valamint a paraméter beavatkozási határértékének meghatározásához gyakorlati tapasztalatokra van szükség. Ennek a stratégiának a megfelelő alkalmazásához ismerni kell a rendszer részletes működését, annak matematikai modellezését, a végbemenő fizikai és kémiai folyamatokat. Kulcsponjtja a minél pontosabb és gyorsabb információáramlás érdekében műszeres ellenőrzések alkalmazása. Ez a módszer valójában a merev ciklusú és az állapotfüggő karbantartási stratégiák ötvözetének tekinthető. Előnye, hogy a karbantartás szükségességét nem az eltelt idő, hanem a futásteljesítmény, valamint a használati paraméterek határozzák meg. Hátránya, hogy az üzemeltetés során felhasznált anyagok fizikai, és kémiai jellemzői nagymértékben befolyásolják a vizsgált paraméterek állapotát. [18] [25] [21]

### *3.2.7. Teljes körű hatékony karbantartás:*

A Teljes körű Hatékony Karbantartás ((Total Productive Maintenance, TPM) egy Seiichi Nakajima által kifejlesztett menedzsment koncepció, olyan karbantartási filozófia, amely a termelésirányítás, a minőségbiztosítás és a megbízhatóság alapú karbantartás összekapcsolásával jött létre. Egy vezetési folyamat, amely biztosítani hivatott, hogy a szervezet folyamatosan megfeleljen a fogyasztók igényeinek. A TPM a tömegtermelést végző cégeknél alkalmazható nagyon eredményesen. A TPM célja a maximális hatékonyságú termelőszervezet kialakítása, a termelékenység folyamatos növelése, a meghibásodás nélküli termelés, amelyben a géppark teljes élettartamát átfogó és kiterjedt megelőző karbantartásra van szükség. [18] [25] [21] [24]

### 3.2.8. *Automatizált karbantartás:*

Automatizált karbantartási stratégia (Automatic Maintenance, AM) lényege, hogy a rendszert alkalmaz, amely a legtöbb kezdődő hibára valamilyen előzetes jelzés (rezgés, szokatlan hang, melegedés stb.) figyelmeztet. Számos olyan fizikai, kémiai, mechanikai tulajdonság van (szín, hőmérséklet, vibráció, sebesség stb.), amelyek számítógép-vezérlésű ellenőrző eszközökkel akár folyamatosan is követhetők, és lehetőséget adnak folyamatvezérlő beavatkozásokra. [18] [25] [21] [24]

### 3.3. Követelmények

#### 3.3.1. *Követelmények meghatározása és a rendszer kialakítása*

A követelménytámasztás és a szolgáltatás minőségének ellenőrzése az alábbi rendszereken keresztül történik: Kiemelt jelentősége van az üzemeltető állománynak, mind a berendezések üzemeltetése, mind pedig azok karbantartásának folyamatában.

Annak érdekében, hogy a szükséges adatok mindig rendelkezésre álljanak, javasolt teljességi jegyzékek (törzskönyv, és operatív adattár, valamint karbantartási és üzemnaplók) alkalmazása (hasonlóan a 2. számú ábrán láthatóhoz). A törzskönyv kialakítása és kiadása a főbb elemek vonatkozásában mely biztosítja az élettartam alatt bekövetkezett minden lényeges munka megtörténtének rögzítését, (elemek cseréje, felülvizsgálata, biztonságtechnikai felülvizsgálatok stb.). Adminisztratív teher áthárítása a katonai szervezeteknek elősegíti, hogy a katonai szervezetek jobban ismerjék a szaklétesítményeiket, és egy adott elem vonatkozásban minden adat egy helyen teljes életútra visszavezethető módon, anélkül, hogy nagy mennyiségű iratanyag átnézése szükséges lenne. Tartalmazná továbbá az adott időszak szerződése és műszaki követelményeinek leírását is. A karbantartás, üzemfenntartás rendszere áll a megelőző cserék rendszeres, gyártói javaslatok alapján végrehajtott folyamatokból, objektív állapotfelméréseken alapuló eseti javítások, felújítások berendezés cserék végrehajtásából, valamint a kezelői figyelmetlenségből, gondatlanságból, vagy karbantartó cég hibájából eredő meghibásodások elhárításából. [4]

Karbantartási napló

Telep megnevezése: .....

|    | Berendezés             |        |             | Karbantartás végrehajtása |                   |              |                   |               |                   |              |                   |
|----|------------------------|--------|-------------|---------------------------|-------------------|--------------|-------------------|---------------|-------------------|--------------|-------------------|
|    | Berendezés megnevezése | Típusa | Gyári száma | I. negyedév               | Javítás szükséges | II. negyedév | Javítás szükséges | III. negyedév | Javítás szükséges | IV. negyedév | Javítás szükséges |
| 1  |                        |        |             |                           |                   |              |                   |               |                   |              |                   |
| 2  |                        |        |             |                           |                   |              |                   |               |                   |              |                   |
| 3  |                        |        |             |                           |                   |              |                   |               |                   |              |                   |
| 4  |                        |        |             |                           |                   |              |                   |               |                   |              |                   |
| 5  |                        |        |             |                           |                   |              |                   |               |                   |              |                   |
| 6  |                        |        |             |                           |                   |              |                   |               |                   |              |                   |
| 7  |                        |        |             |                           |                   |              |                   |               |                   |              |                   |
| 8  |                        |        |             |                           |                   |              |                   |               |                   |              |                   |
| 9  |                        |        |             |                           |                   |              |                   |               |                   |              |                   |
| 10 |                        |        |             |                           |                   |              |                   |               |                   |              |                   |

*3. számú ábra: Karbantartási napló (minta)*

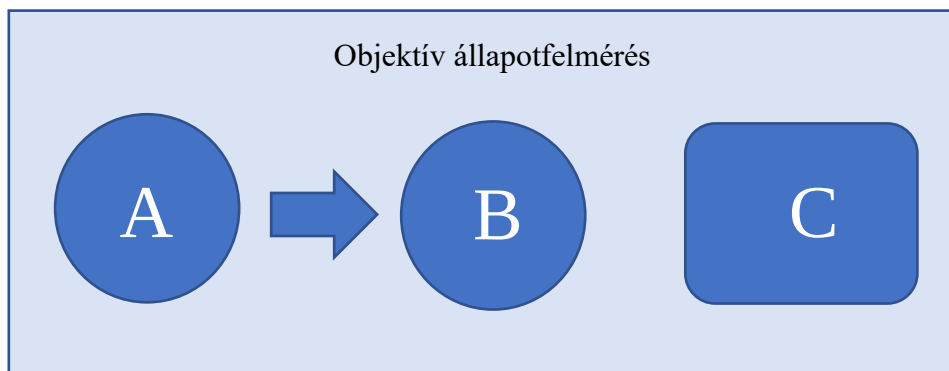
Az egyes elemekhez a gyártó által meghatározott, a legjobb ipari tapasztalat alapján, vagy saját minőségirányítási rendszer szerint csereperiódusok és felülvizsgálati elvárások megfogalmazása szükséges. Az adott berendezéshez, eszközhöz ajánlott karbantartási követelmény meghatározásakor, az alábbi pontokat kell – erősorrendben - figyelembe venni:

1. törvényben, rendeletben, utasításban meghatározott ellenőrzési, felülvizsgálati ciklus (főként biztonságtechnikai elemek vonatkozásában)
2. a gyártó karbantartási utasításában meghatározott feladat,
3. a legjobb ipari tapasztalat alapján,
4. üzemeltetést végző katonai szervezet által gyűjtött tapasztalat.

*3.3.2. Objektív állapotfelmérés:*

A megfogalmazott tesztek, működési próbák, törvényben rendeletben megfogalmazott ellenőrzések, felülvizsgálatok a berendezés állapotának objektív megállapítását szolgálják. Az objektív állapotfelmérés célja továbbá, hogy az adott eszköz berendezés (típus) vonatkozásában adatbázis összeállítása, mely a jövőben segíti a megelőző cserék periódusának kialakítását (amennyiben gyári ajánlás nem áll rendelkezésre) és az esetleges konstrukciós vagy üzemeltetési problémák beazonosítását melyek az eszköz idő előtti elhasználódását okozzák.

Objektív állapotfelmérés során végrehajtandó feladatok három fő kategóriában kerülnek csoportosításra:



5. számú ábra: Objektív állapotfelmérés

- A. Működési próba: kiterjed az adott berendezés, eszköz üzemképességének, állapotának ellenőrzésére, normál üzemelési körülmények között működtetéssel. Az állapotfelmérés tényének rögzítése szükséges dokumentumon, karbantartói javaslattétel.
- B. Teszt végrehajtása: a 4. számú ábrán láthatóan, az adott berendezés, eszköz üzemképességének, állapotának ellenőrzésére a működési próbát követően kell sort keríteni, erre célra megfelelő speciális ellenőrző eszközökkel. A működési próbához hasonlóan szükséges az állapotfelmérés tényének rögzítése dokumentumon, karbantartói javaslattétellel.
- C. Hatályos jogszabályban meghatározott felülvizsgálat: törvényben, rendeletben, utasításban, meghatározott feladatokat foglalja magában. A jogszabályokban előírt felülvizsgálatokról, ellenőrzésekről, hitelesítésekről (stb.) tényének rögzítése mellett a hatóság által előírt dokumentumok kiállítása és átadása szükséges. Ahogy a 4. számú ábrán is látható, nem feltétlen kell összhangban lennie az „A” és „B” fázisokkal (a berendezés rendeltetésétől függ).

### 3.3.3. Karbantartás

Olyan tevékenységeket foglal magában, amelyek helyreállítják vagy továbbra is biztosítják a gépek célállapotát. Ennek érdekében a szerviztechnikusok karbantartási és tisztítási munkákat, beállításokat és cseréket végeznek. Az MSZ IEC 50(191):1992 szabvány szerint a meghibásodás olyan esemény, amely során a termék elveszti azt a képességét, hogy el tudja látni az előírt funkcióját. [30]

Karbantartás során az alábbi célokat határozhatjuk meg: javítás (szükség szerinti, megelőzés (preventív feladatok), valamint előrejelzés (prediktív feladatok). [31]

Karbantartás során végrehajtandó feladatok szintén három fő kategóriában csoportosíthatók:

- 
- A. Karbantartás: A gépészeti és be/ki tároló tereken tervezetten végrehajtandó feladatok.
- B. Felújítás, külsőfelület kezelése: Az adott berendezés, eszköz szolgálati élethez kötött felújításának, vagy javításának végrehajtása, a külső felületek kezelésével és festésével együtt. Költségszámvetéssel igazoltan – amennyiben a felújítás végrehajtása gazdaságtalan - új szerelvények beépítése. Feliratok, folyásiirány jelző nyilak pótlása. Adattáblák átfestése szigorúan tilos! Felirat szövegek, mérete és szín megadása STANAG.
- C. Technikai kiszolgálás: kiterjed az adott elemek, eszközök gyártója által kiadott, vagy az üzemeltető által műszaki követelményben meghatározott megelőző (nem hibaelhárító) karbantartási feladatok végrehajtására, kenő- karbantartó anyagok, tisztító folyadékok, segédeszközök használatával, amely szükség szerint az elem, berendezés megbontásával jár. Magában foglal valamely karbantartási stratégiát.

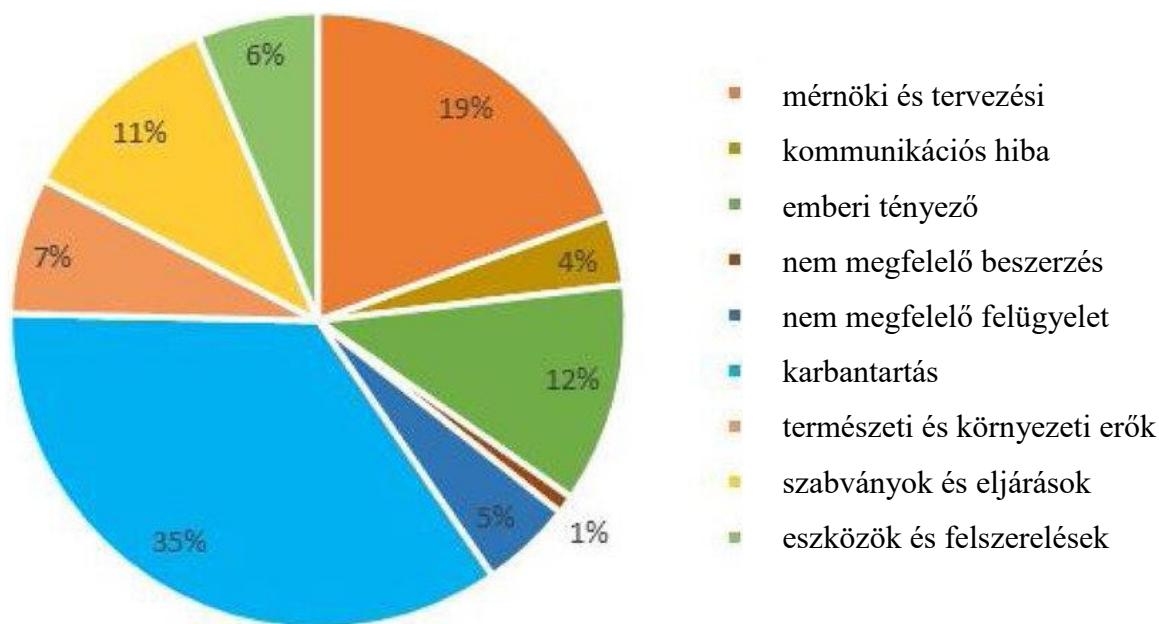
#### *3.3.4. Megrendelés alapján végrehajtandó feladatok*

Jellemzően a hibaelhárító karbantartást foglalja magában. A hibaelhárító karbantartást az üzemanyag telepek működtetése során úgy lehet értelmezni, hogy ha az objektív állapotfelmérés során a cég által javasolt munka és annak árajánlata alapján - a megrendelő döntése szerint - végrehajtott felújítás, javítás vagy csere kerül végrehajtása.

## 4. Probléma bemutatása

### 4.1. Üzemeltetés során felmerülő problémák

Az üzemanyag-kiszolgáló rendszerek üzemeltetése során számos probléma felmerült, illetve felmerülhet, amelyek befolyásolják (és befolyásolhatják) a rendszer hatékonyságát, biztonságát és megbízhatóságát. Ezek a problémák lehetnek technikai jellegűek, de gyakran kapcsolódhatnak az emberi tényezőkhöz is. Néhány főbb probléma:



6. számú ábra: Üzemeltetés során felmerülő problémák [32]

#### 4.1.1. Szennyeződések és üzemanyag-minőség

Szennyeződés az üzemanyagban: Az üzemanyag szennyeződése, például víz, por vagy mikroorganizmusok jelenléte, komoly problémákat okozhat a rendszerben. Ez csökkentheti a járművek teljesítményét, és károsíthatja a motorokat, akár csak a nem megfelelő üzemanyag-keverék: Az üzemanyag minőségének vagy összetételének változása, például rosszul kevert bioüzemanyag, meghibásodásokat eredményezhet. A Magyar Honvédség különösen nagy hangsúly fektet a minőségbiztosítás kidolgozására, és pontos és maradéktalan alkalmazására, hogy ezen meghibásodásokat a minimálisra szorítsa.

#### 4.1.2. Mechanikai meghibásodások

Az üzemanyagkiszolgáló rendszerek mechanikai alkatrészei (szivattyúk, szelepek, csővezetékek) idővel elhasználódhatnak, ami szivárgáshoz vagy teljes meghibásodáshoz

vezethet. A rendszeren belüli szivárgások nemcsak a költségeket növelik, hanem környezeti és biztonsági kockázatokat is jelentenek.

#### *4.1.3. Elektronikai és vezérlési problémák*

Az automatizált rendszerek hibái, például a szoftverhibák, adatkommunikációs problémák vagy érzékelők meghibásodása, a rendszer üzemképtelenségét okozhatják. A távvezérlési és felügyeleti rendszerek esetleges hálózati problémái (például a kapcsolat elvesztése) szintén akadályozhatják az üzemanyag-kiszolgáló rendszerek működését.

#### *4.1.4. Karbantartási hiányosságok*

S. Zohra Halim, Mengxi Yu, Harold Escobar, és Noor Quddus 2020 évben végzett kutatásaik alapján kimutatták, hogy a legtöbb esetben karbantartás elmaradása vagy nem megfelelő végrehajtása, legyen szó megelőző vagy javító jellegű karbantartásról, komoly problémákat idézhet elő. Az alkatrészek időbeni cseréjének elmulasztása növeli a meghibásodás kockázatát.

#### *4.1.5. Képzetlen személyzet:*

A megfelelően képzett személyzet hiánya vagy a karbantartási eljárások helytelen alkalmazása súlyosbíthatja a problémákat. A 4. számú ábra alapján látható, az „emberi faktor” is nagymértékben lehet a meghibásodások oka. Ennek érdekében a honvédelmi szervezetek nagy hangsúlyt fektetnek a szakemberek kiképzésére. Szükséges bizonyos időközönként ismétlődő képzések végrehajtása is, a hiba lehetőségének minimális csökkentése érdekében.

#### *4.1.6. Biztonsági kihívások*

Az üzemanyag rendszerek különösen érzékenyek a tűz- és robbanásveszélyre. Bármilyen szivárgás vagy nem megfelelően karbantartott rendszer komoly biztonsági kockázatot jelenthet. A megfelelő biztonsági protokollok hiánya vagy azok figyelmen kívül hagyása növeli a balesetek kockázatát. Az üzemanyag szivárgása vagy kiömlése súlyos környezeti károkat okozhat. Ez magában foglalja a talaj és a víz szennyezését, ami hosszú távú károkat eredményezhet. Egyéb környezetvédelmi szempont, hogy az üzemanyag rendszerek működtetése során figyelembe kell venni a helyi és nemzetközi emissziós szabályozásokat, amelyek folyamatos szigorodása kihívást jelenthet.

#### 4.2. Kritikus rendszerelemek

A repülőtéri üzemanyag-kiszolgáló rendszerek kritikus elemei a légi közlekedésnek, és bár szigorúan szabályozottak és folyamatosan karbantartottak, mégis számos potenciális gyengeséggel rendelkezhetnek. Az üzemanyag-kiszolgáló rendszerek összetett mechanikai elemekből állnak (például szivattyúk, csővezetékek, szelepek és tárolótartályok). Bármilyen mechanikai meghibásodás, például szivárgás vagy a berendezés elöregedése, komoly veszélyt jelenthet az üzemanyag-ellátás folytonosságára és a repülőtér biztonságára. A repülőtéri üzemanyag-tárolók és vezetékek érzékenyek a szélsőséges időjárási körülményekre, például viharokra, földrengésekre vagy árvízre. Egy ilyen esemény súlyos károkat okozhat a rendszerben, ami üzemanyag-szivárgáshoz vagy robbanásveszélyhez vezethet. Az üzemanyag-kiszolgálási folyamatok során az emberi hibák is jelentős gyengeséget jelentenek. Rossz karbantartás, hibás üzemanyag-feltöltés, nem megfelelő tárolás vagy logisztikai hibák mind növelhetik a balesetek kockázatát. Az üzemanyag-ellátási lánc megszakadása, például szállítási késések vagy ellátási hiányok, komoly fennakadást okozhatnak a repülőtér működésében. Egy szűk keresztmetszet vagy probléma az ellátási láncban gyorsan vezethet az üzemanyaghiányhoz. A repülőtéri üzemanyag-kiszolgáló rendszerek szigorú szabályozás alá esnek. Ha ezeknek a szabályoknak a betartása nem megfelelő, az biztonsági problémákat okozhat. Ezen kívül a szabályok és előírások változása vagy szigorítása is kihívást jelenthet az üzemeltetők számára. Az üzemanyag-tárolók és vezetékek idővel korrózió alá kerülhetnek, ami üzemanyag-szivárgáshoz, illetve balesethez vezethet. A karbantartás és rendszeres ellenőrzések elmulasztása növeli a kockázatot.

A biztonsági fenyegetések és kibertámadások a 21. századra mindennapos problémává váltak. Különösen fontos a kibertámadások elleni védekezés a Magyar Honvédség esetében. A modern repülőtéri rendszerek digitális vezérlése és automatizálása sérülékennyé teszi azokat a kibertámadásokkal szemben. Egy sikeres kibertámadás megzavarhatja az üzemanyag-ellátást vagy hamis adatokat generálhat, ami a biztonságos üzemanyag-felhasználást veszélyezteti. A repülőtéri infrastruktúra, különösen az üzemanyag-kiszolgáló rendszerek potenciális célpontjai lehetnek szabotázsok vagy terrorcselekményeknek. Ezen támadások súlyos következményekkel járhatnak a repülésbiztonságra nézve. Ezek a gyengeségek kiemelik, hogy a repülőtéri üzemanyag-kiszolgáló rendszerek folyamatos figyelmet és karbantartást igényelnek, valamint a legmodernebb biztonsági intézkedések alkalmazását, hogy minimalizálják a lehetséges kockázatokat. Fontos megjegyezni, hogy a dolgozatomban ezen

kritikus probléma megoldását nem vizsgáltam, a felmerülő megoldások a fentiek függvényében további elemzéseket igényelne.

Egy üzemanyag telep üzemeltetése során több berendezés is különösen érzékeny lehet, mind a biztonság, mind a hatékonyság szempontjából. Az alábbiakban néhány legérzékenyebb berendezést emelem ki:

- a. Szivattyúk és kompresszorok: Ezek a berendezések felelősek az üzemanyag mozgatásáért a telepen belül és a különböző tároló tartályok között. Bármilyen meghibásodásuk jelentős üzemzavart okozhat.



*1. számú kép: Szivattyú (szerző képe)*

- b. Tárolótartályok: Ezek az üzemanyag biztonságos tárolását biztosítják. Szivárgás vagy korrózió súlyos környezeti károkat és biztonsági kockázatokat okozhat.
- c. Csővezetékek: Az üzemanyag szállítására szolgáló csővezetékek szivárgása vagy repedése szintén komoly környezeti és biztonsági problémákat okozhat.



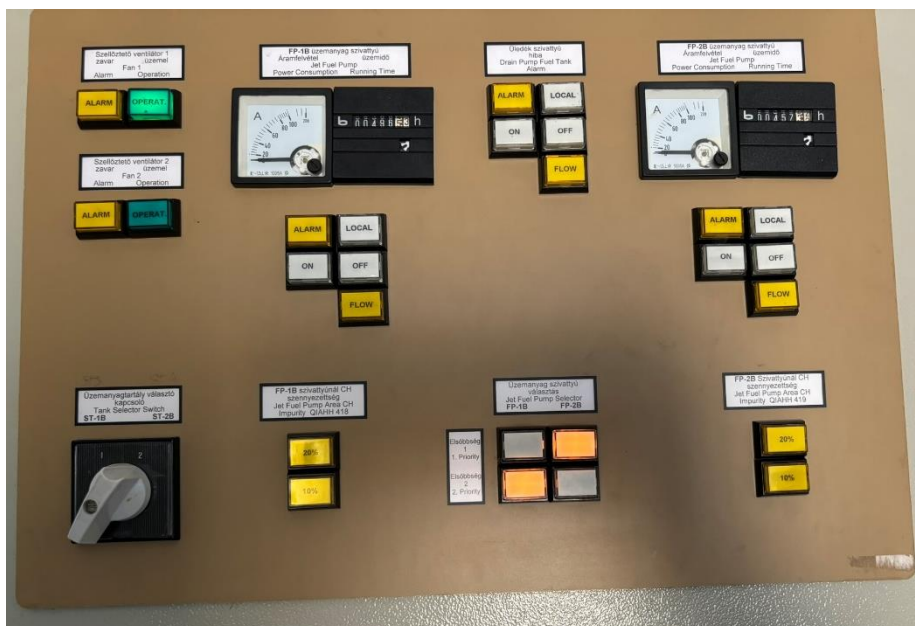
*2. számú kép: Csővezetékek és elzárószerelvények (szerző képe)*

- d. Biztonsági és tűzvédelmi rendszerek: Ezek a rendszerek elengedhetetlenek a telep biztonságos üzemeltetéséhez. Ide tartoznak a tűzjelzők, oltóberendezések, valamint a vészhelyzeti leállító rendszerek.
- e. Mérő- és szabályozó rendszerek: Ezek a rendszerek folyamatosan figyelik az üzemanyag áramlását, nyomását és hőmérsékletét. Pontos működésük kritikus a telep biztonságos és hatékony üzemeltetése szempontjából.



3. számú kép: Mérő berendezések (szerző képe)

- f. Elektromos rendszerek és vezérlőpultok: Az elektromos ellátás és a vezérlő rendszerek meghibásodása a telep működésének leállításához vezethet.



4. számú kép: Vezérlőpanel (szerző képe)

- g. Szennyezés-ellenőrző és környezetvédelmi berendezések: Ezek biztosítják, hogy az üzemanyag telep megfeleljen a környezetvédelmi előírásoknak, és minimalizálják a környezeti hatásokat.

Az ilyen berendezések rendszeres karbantartása és felügyelete elengedhetetlen ahhoz, hogy a telep biztonságosan és hatékonyan működjön.

#### 4.3. Karbantartások folyamatában jelentkező problémák

Az üzemanyag-telepeken végzett karbantartási tevékenységek során több probléma is felmerül az egyes folyamatok során. A telepek karbantartása központi szervezet által lefolytatott eljárás során, karbantartási szerződés által kerül biztosítása. A szerződés időtartama általában több éves időszakra szól. A szerződés két fő részt tartalmaz: eseti meghibásodás utáni (meghibásodást követő), valamint karbantartási (tervszerű karbantartás) részt. A két részre nem egyenlően került elosztásra a rendelkezésre álló összeg, ami a végrehajtott feladatok alapján kerül folyamatosan lehívásra a különböző költségvonzatok függvényében. A szerződött karbantartó cég előzetes pályázatának alapkövetlénye, hogy referenciát szolgáltatson hasonló méretű üzemanyagtelepek karbantartása terén, azonban a Magyar Honvédség telepein található rendszerelemek nem minden esetben felelnek meg a kor színvonalának. A jelenleg alkalmazott karbantartási munkák nem minden esetben vannak összhangban a honvédség telepin felmerülő problémákkal. Ez nehézkessé tudja tenni a hibaelhárítás időbeliséget.

A mindenkor alkalmazott karbantartási szerződésben a korábbi évek tapasztalati, valamint a gyártói és hatósági előírások alapján kerültek meghatározásra az egyes rendszerelemek tervszerű karbantartása, hitelesítések végrehajtása, stb. A folyamatos tapasztalat az, hogy ami korábban meghatározásra került, számos alkalommal nem alkalmazható az aktuális időszakot tekintve. Mint említettem a bevezető részben, szakdolgozatom célja, hogy a karbantartások meghatározásának módját egy tudományosabb, aktuális információkon alapuló, tudományos mederbe terelje, és operatív listába sorolja az egyes elemeket.

A jelenleg alkalmazott karbantartási szerződés két részre szedhető: ütemezett karbantartás, valamint meghibásodás utáni karbantartás (javítás). Az ütemezett karbantartást a szerződött cég az általuk összeállított karbantartási ütemterv alapján végzik, melyet a honvédelmi szervezetek (alakulatok) jóváhagynak. Így kerül sor a hatósági határidejű ellenőrzések, engedélyek, vizsgálatok végrehajtására, de az alakulatok által megszabott egyes rendszerelemeket érintő ellenőrzésekre is (pl. szivárgásérzékelők ellenőrzése). Az eseti meghibásodások utáni karbantartás a szerződés kisebb részét képezi. Az üzemeltetés során felmerülő működési meghibásodások, vagy rendellenességek elhárítására összpontosít. A szerződés tárgyszege így két részre osztható, amely túlnyomóan a karbantartási részre tevődik, kb. 70-30%-os arányban. Véleményem szerint, a karbantartási szerződés e formátuma kevésbé rugalmas. Az elmúlt évek tapasztalatai alapján előfordult már az, hogy egy adott

---

tárgyév végén nem került végrehajtásra egy meghibásodott berendezés, mert nem volt rendelkezésre álló keretösszeg az adott tárgyévre, így az csak a következő évben került javításra. Mindemelett, a szerződés kialakítása során nem kerültek meghatározásra karbantartási stratégiák, csak karbantartási feladatok, ciklusidők, stb, melyek az alakulatok szakállományának tapasztalatán alapszik (ahogyan bizonyos részben az általam elvégzett besorolás is). Ebből kifolyólag jelenleg összemosódnak az olyan fontos fogalmak, mint a karbantartás, javítás. A karbantartási stratégiák között megtalálhatjuk a hibaelhárító karbantartást, mint stratégiát, de nem elválasztható más karbantartási stratégiáktól.

## 5. Karbantartási mix meghatározása

Hogyan válasszuk ki a megfelelő karbantartási stratégiát? Először a célokat kell meghatározni. Mi a karbantartásokkal támasztott fő cél? Növelni a hadrafoghatóságot? Csökkenteni a költségeket? Javítani a megbízhatóságot?

Nincs olyan karbantartási stratégia, ami önmagában megoldaná egy nagyobb szervezet céljait. Ennek érdekében a megfelelő karbantartási mix összeállítása szükséges, ami a vállalat kitűzött céljainak érdekében számos módon alakulhat. A Magyar Honvédség esetében a legfőbb cél a folyamatos rendelkezésreállás érdekében a hadrafoghatóság minél magasabb szinten tartása. Mint a dolgozatom korábbi szakaszában említettem, a Magyar Honvédség nem profitorientált szervezet, nem „nyújtózkodhat” a végletekig ennek biztosítása érdekében, ezért másodlagos célként a költségek csökkentése tűzhető ki.

A karbantartási mix összeállítása a rendszerelemek és esetleges meghibásodásukból eredő lehetséges kockázatainak és a hadrafoghatóságra gyakorolt hatásának értékelésével kezdtem. Annak érdekében, hogy a diagnosztikai vizsgálat sikeres legyen előbb az egyes szerkezeti elemek (pl. csővezeték, gömbcsapok, tolózárak, stb.) legveszélyesebb helyét, helyeit lokalizálni kell (az eddigi üzemeltetési tapasztalatok) felhasználásával. A kockázati valószínűséget és a kockázati következményt az egyes rendszerelemekhez rendelt számértékek adják meg. A kapott értékek nem csak az egyes elemek kockázati besorolását adják meg, hanem a berendezések javításának, karbantartásának prioritási sorrendjét is. [28]

### 5.1. Kockázati besorolás végrehajtása

A karbantartási stratégiákat egy elméleti, több nagyvállalat által használt kockázati mátrix használatával határoztam meg. Az alkalmazott módszeren valamelyest változtattam, de elméleti működésén nem változtattam. A kockázati mátrix összeállítása a kockázati besorolás alapján került végrehajtásra, ami a negatív hatású esemény bekövetkezési valószínűségének és a lehetséges negatív hatás mértékének (következmény) szorzata. A hadrafoghatóság szempontjából negatív esemény egy rendszerelem funkciójának elvesztése, meghibásodása. A meghibásodás bekövetkeztének valószínűsége az üzemeltetési tapasztalatokon alapul. Egyes rendszerelemek kiesésének többféle következménye van, amit figyelembe lehet és kell venni a kockázati mátrixon való elhelyezés céljából. A kockázati mátrix egyik oldalán az adott szempontrendszer szerinti következmény (kockázati következmény), a másik oldalán a valószínűségi változó áll (kockázati valószínűség). A következmény és a valószínűség eredményeként kapjuk a kockázat becslését, vagyis a kockázati besorolást. A kockázati mátrix

egy táblázat, melynek segítségével egy fix értéket rendeltem az azonosított kockázathoz. Minden azonosított kockázathoz 1-től 5-ig terjedő kategória besorolási értéket rendeltem a valószínűség és a következmény oldalon egyaránt. [25]

#### 5.1.1. Kockázati valószínűség

A kockázat valószínűségének meghatározására az üzemtetési tapasztalatokat vettem számításba, egyes rendszerelemek milyen gyakorisággal hibásodtak meg az elmúlt éveket tekintve.

##### 1. számú táblázat: Kockázati valószínűség

| Kockázati valószínűség |               |                                         |
|------------------------|---------------|-----------------------------------------|
| 1                      | Valószínűtlen | Szinte biztos, hogy nem következik be.  |
| 2                      | Csekély       | Nagyon kicsi az esélye.                 |
| 3                      | Esetleges     | Lehetséges, korábban már bekövetkezett. |
| 4                      | Valószínű     | Nagy eséllyel megtörténik.              |
| 5                      | Gyakori       | Biztosan bekövetkezik.                  |

#### 5.1.2. Kockázati következmény

A kockázati következmény besorolásánál első sorban a hadrafogahtóságot vettem figyelembe: milyen mértékű az adott rendszerelem kiesése. Továbbá tekintettel voltam a személy-, és környezetvédelmi, valamint gazdaságossági szempontokra is. Mindegyik következmény öt kategóriára van osztva a következmény súlyossága alapján. Szemléltetésként az alábbi táblázat összefoglalva mutatja a kockázati következmények egyes kategóriát, valamint rövid magyarázatát. [33]

##### 2. számú táblázat: Kockázati következmény

| Kockázati következmény |                        |                                                                           |
|------------------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 1                      | Majdnem elhanyagolható | Egyszerűen megoldható.                                                    |
| 2                      | Kismértékű             | Hatása lehet a költségekre.<br>Néhány nap is szükséges lehet a javításra. |
| 3                      | Közepes probléma       | Figyelemre méltó hatása lehet a költségvetésre.                           |
| 4                      | Súlyos probléma        | Hatással van a hadrafoghatóságra.<br>További ráfordításokat igényelhet.   |
| 5                      | Kritikus               | A feladat megghiúsulását okozza.<br>Katasztrófa szintű következmény.      |

Az egyes rendszerelemek két, külön kategóriába történő besorolását követően egyszerű szorzással állapítottam meg az azokhoz tartozó kockázati besorolást.

### 5.1.3. Kockázati besorolás kategóriái:

|   |   |    |    |    |    |
|---|---|----|----|----|----|
| 5 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |
| 4 | 4 | 8  | 12 | 16 | 20 |
| 3 | 3 | 6  | 9  | 12 | 15 |
| 2 | 2 | 4  | 6  | 8  | 10 |
| 1 | 1 | 2  | 3  | 4  | 5  |
|   | 1 | 2  | 3  | 4  | 5  |

7. számú ábra: Kockázati besorolás

#### I. Elfogadhatatlan (piros)

Megállítja, vagy nagymértékben kockáztatja a rendszer megfelelő működését. A rendszerelem azonnali karbantartási intézkedéseket igényel.

#### II. Nem kívánatos (narancssárga)

Akadályozza a berendezés megfelelő működését, illetve a rendszer hadrafoghatóságát. A következő karbantartási periódusra ütemezni kell a rendszerelem karbantartását.

#### III. Bizonyos fokig elfogadható (szürke)

Ellenőrizni kell, hogy a rendszer megfelelően működik-e, illetve fokozott ellenőrzést kell beütemezni a helyreállításig. A berendezések kiesése nem okoz folyamatbeli leállást, de a rendszer fokozott ellenőrzése szükséges az újbóli meghibásodások elkerülése miatt.

#### IV. Elfogadható (fehér)

Nem igényel intézkedést. Meghibásodására csekély az esély, és/vagy berendezés kiesése gyorsan helyreállítható/helyettesíthető.

Az egyes rendszerelemek besorolását tartalmazó táblázatot az 1. számú melléklet tartalmazza. [33]

### 5.2. Kockázati besorolások

Az egyes kategóriákhoz kapcsolódó karbantartási stratégiák meghatározásának alapját az elmúlt években alkalmazott, a szükséges javaslatokat pedig az üzemeltetési tapasztalatok, valamint a tanulmányaim során elsajátított ismeretek alapján határoztam meg. Ezeket a stratégiákat az alacsony kockázati besorolású rendszerelemektől kezdve ismertetem.

### 5.2.1. *Elfogadható kockázati besorolás:*

#### 5.2.1.1. Merev ciklusú karbantartási stratégia:

A merev ciklusú karbantartási stratégia, olyan karbantartási módszert jelent, amely során az eszközök és berendezések karbantartását előre meghatározott, rendszeres időközönként végzik el, függetlenül azok aktuális állapotától. Üzemanyag telepeknél ezt a stratégiát különböző, kulcsfontosságú berendezéseknél alkalmazhatják, különösen olyan esetekben, amikor a berendezések működése kritikus biztonsági vagy környezeti szempontból. Ilyen berendezések lehetnek például:

- **Tartályok:** Az üzemanyag tároló tartályok esetében a rendszeres időközönkénti vizsgálatok, tisztítások és karbantartások szükségesek, hogy elkerüljék a korróziót, repedéseket vagy szivárgásokat. Mivel a tartályok biztonsága kulcsfontosságú, gyakran alkalmaznak merev ciklusú karbantartást.
- **Szivattyúk:** Az üzemanyag szállításáért felelős szivattyúk is kritikus elemek, amelyek meghibásodása üzemszünetet okozhat, vagy biztonsági kockázatot jelenthet. Itt is célszerű lehet előre meghatározott időközönként karbantartást végezni, hogy biztosítsák a folyamatosságot és biztonságot.
- **Csővezetékek:** A csővezetékek állapotának rendszeres ellenőrzése és karbantartása fontos a szivárgások és egyéb hibák elkerülése érdekében. Bár itt is léteznek állapotfüggő (kondíció alapú) karbantartási megoldások, bizonyos esetekben, például környezeti vagy jogi előírások miatt, alkalmazhatnak merev ciklusú karbantartást.
- **Biztonsági berendezések:** A tűzoltó rendszerek, vészleállító rendszerek és egyéb biztonsági berendezések esetében a merev ciklusú karbantartás gyakran előírás, hogy mindig működőképesek legyenek vészhelyzet esetén. Azonban érdemes megjegyezni, hogy bár a merev ciklusú karbantartás megbízhatóságot nyújthat bizonyos berendezéseknél, egyre inkább előtérbe kerülnek a fejlettebb, állapotfüggő vagy prediktív karbantartási stratégiák, amelyek pontosabbak és költséghatékonyabbak lehetnek, különösen olyan rendszereknél, ahol a kopás és meghibásodás mértéke erősen változó.

#### 5.2.1.2. Hibaelhárító karbantartási stratégia:

Az üzemanyag-telepeken a hibaelhárító (reaktív) karbantartási stratégia elsősorban olyan berendezéseknél alkalmazható, amelyek meghibásodása nem jelent azonnali, súlyos

veszélyt a biztonságra vagy a működésre, illetve amelyek kiesése nem okoz jelentős költségnövekedést vagy leállást. Ilyen berendezések:

- Világítási rendszerek: Amennyiben a kiesés nem befolyásolja az üzemanyag-tárolók biztonságos működését, a világítás meghibásodása utáni javítás alkalmazható.
- Kisebb elektromos rendszerek: Olyan áramkörök, amelyek nem kritikusak az üzemanyag-töltéshez vagy szivattyúzáshoz.
- Külső burkolati elemek: Ilyen például a kerítés vagy egyéb nem létfontosságú infrastruktúra, amelyek esetén a karbantartás megvárhatja a meghibásodást.
- Jelzőtáblák, piktogramok: Azok a jelzések, amelyek nem közvetlenül biztonsági szempontból szükségesek, szintén a hiba bekövetkezte után javíthatók.
- Kisérzékelők: Nem létfontosságú érzékelők, mint például hőmérséklet vagy páratartalom monitorozó eszközök (ha nincsenek működési összeköttetésben más rendszerelemekkel).

A hibaelhárító karbantartás önálló alkalmazása számos veszélyt jelent magában. Először is, a berendezés meghibásodása váratlanul előfordulhat, ami váratlan leálláshoz és a termelékenység (hadrafoghatóság) csökkenéséhez vezethet. Másodszor, a nagyobb javítások vagy alkatrészcserek költségesebbek lehetnek, mint a rendszeres karbantartás. Harmadszor, a hibaelhárító karbantartás a karbantartás reaktív megközelítéséhez vezethet, nem pedig proaktívhoz, ami gyakori meghibásodások és javítások sorozatát eredményezheti. Fontos megjegyezni, hogy az üzemanyag-telepeken az olyan berendezések, mint a szivattyúk, nyomás- és szintérzékelők, tűzvédelmi rendszerek vagy a földelési berendezések, tipikusan nem alkalmasak a reaktív karbantartásra, mert ezek meghibásodása súlyos biztonsági kockázatot jelenthet, vagy az üzemeltetést komolyan befolyásolhatja. Ezen rendszerek esetében inkább a megelőző vagy prediktív karbantartás ajánlott.

#### *5.2.2. Bizonyos fokig elfogadható kockázati besorolás:*

##### **5.2.2.1. Tervszerű karbantartási stratégia:**

Üzemanyag-telepeken a tervszerű karbantartási stratégia kritikus jelentőségű, mivel az ilyen létesítményekben használt berendezések megbízhatósága, biztonsága és folyamatos működése alapvető fontosságú a környezeti károk és biztonsági kockázatok elkerülése érdekében. Az alábbi főbb berendezések esetében alkalmazható a tervszerű karbantartás: [11]

- Tartályok és tárolórendszerek: Üzemanyagtartályok (felszíni és föld alatti): A korrózió, szivárgások és szerkezeti károsodások megelőzése érdekében szükséges az időszakos ellenőrzés és karbantartás.
- Biztonsági és túlnyomás szabályozók: Rendszeres tesztelést igényelnek az üzemanyag tárolás és elosztás során felmerülő túlnyomás vagy vákuum elkerülésére.
- Csővezetékek: Szivárgások, korrózió és mechanikai sérülések vizsgálata, valamint tisztítás és karbantartás az optimális áramlás biztosítása érdekében.
- Szivattyúk: A szivattyúk, amelyek az üzemanyagot mozgatják, terhelésnek vannak kitéve. Rendszeres olajozás, kopóalkatrészek cseréje, valamint mechanikai és elektromos ellenőrzések szükségesek.
- Szelep- és zárórendszerek: A szelepek, zárószelepek és visszacsapó szelepek, amelyek az üzemanyag áramlását szabályozzák, rendszeres karbantartást igényelnek a megbízható működés biztosítása érdekében.
- Vészhelyzeti berendezések: Tűzvédelmi rendszerek: Pl. tűzcsapok, habos tűzoltó rendszerek, amelyek ellenőrzése, tesztelése és karbantartása létfontosságú.
- Vészleállító rendszerek: A telepen lévő üzemanyag-áramlás automatikus leállítására szolgáló berendezések esetében a rendszeres tesztelés kritikus.
- Mérő és vezérlőrendszerek: Szintmérők, nyomásérzékelők és automatikus vezérlőrendszerek, amelyek az üzemanyag mennyiségét és állapotát monitorozzák, precíziós műszereik miatt gyakori kalibrálást és karbantartást igényelnek.
- Szellőzőrendszerek: A tartályok és tárolóhelyek szellőzőrendszerei, amelyek biztosítják a megfelelő légáramlást, megakadályozva a robbanásveszélyes gázok felhalmozódását. Ezeknél az eszközöknél a tervszerű megelőző karbantartás kulcsfontosságú az üzemanyag-telepek biztonságos és hatékony működéséhez. Az előre meghatározott időközönként végzett karbantartás segít megelőzni a hibák bekövetkezését és minimalizálni a leállási időket.

Tervszerű karbantartás keretein belül kell végrehajtani a hatályos jogszabályban meghatározott felülvizsgálatokat, a törvényben, rendeletben, utasításban, meghatározott feladatokat (például tartályok hitelesítése, szerkezetvizsgálata). A közeg átfolyásmérő egységek hitelesítése, minősítése is ide tartozik, valamint a. Csapadékgyűjtő és olajleválasztó rendszerek tisztítása és hatásfokvizsgálata, továbbá az érintésvédelmi és villámvédelmi felülvizsgálata is.

#### 5.2.2.2. Megelőző karbantartási stratégia:

Az üzemanyag-telepeken a megelőző karbantartási stratégia (PM) alkalmazható számos berendezésnél, mivel ezek folyamatos és biztonságos működése kulcsfontosságúak az üzemanyagtárolás, valamint kiszolgálás során, továbbá a biztonság és a környezetvédelem szempontjából. Az alábbiakban felsorolom a legfontosabb berendezéseket, ahol a megelőző karbantartás különösen ajánlott:

- Tartályok: Az üzemanyagtartályok rendszeres ellenőrzése és karbantartása elengedhetetlen a szivárgások és korrózió megelőzéséhez, valamint a biztonsági és környezetvédelmi előírások betartásához.
- Szivattyúk: A szivattyúk nélkülözhetetlenek az üzemanyag szállításában, így rendszeres karbantartásuk szükséges a meghibásodások és leállások elkerülése érdekében.
- Csővezetékek és szelepek: A csővezetékek szivárgásának és repedéseinek korai felismerése, valamint a szelepek megfelelő működésének biztosítása érdekében fontos a folyamatos ellenőrzés és karbantartás.
- Szűrők és szellőzőrendszerek: Az üzemanyag szűrésére és a levegő megfelelő áramlására használt rendszerek karbantartása segít elkerülni a szennyeződések felhalmozódását, ami az üzemanyag minőségét rontaná.
- Mérőberendezések: A szintmérők, nyomásmérők és egyéb ellenőrző eszközök pontos működése létfontosságú a tartályok és más rendszerek megfelelő felügyeletéhez.
- Tűzvédelmi berendezések: Az üzemanyag-telepeken lévő tűzoltó rendszerek, mint például a habbal oltók, tűzcsapok és riasztórendszerek rendszeres tesztelése és karbantartása kulcsfontosságú a biztonság szempontjából.
- Ellenőrző rendszerek: A környezetvédelmi előírások betartásához szükséges szivárgásérzékelők, talaj- és vízminőség-ellenőrző rendszerek karbantartása.
- Elektromos rendszerek: Az elektromos hálózat, kapcsolótáblák, és a vészhelyzeti áramforrások rendszeres karbantartása elengedhetetlen a működés biztonsága érdekében. A megelőző karbantartás ezeknél az eszközöknél nemcsak a meghibásodások elkerülését szolgálja, hanem a biztonság növelését és a környezeti károk elhárítását is elősegíti. A rendszeres karbantartás hosszú távon költséghatékonyabb, mint a váratlan meghibásodásokból eredő javítások vagy balesetek kezelése.

A megelőző karbantartás állhat az adott elem cseréjéből, felújításából, valamint technológiai kiszolgálásból.

- A. Csere során az adott berendezés, eszköz szolgálati élethez kötött megelőző cseréjének végrehajtását kell érteni, ami kiterjed az elem kiépítésére, elszállítására és a hatályos környezetvédelmi jogszabályok szerinti kezelésére. Továbbá, szükséges az új elem biztosítása, beépítése, valamint a beszerelt elem gyártói megfelelőségi nyilatkozat, kitöltött garancialevél (beépítést végző személy által is) átadása az üzemeltető szervezetnek. [11]
- B. Felújítás esetén valamennyi berendezéssel kapcsolatban azonosak azok karbantartásával kapcsolatos feladatok: adott elem kiépítése, belső tömítések cseréje, nyomáspróba végrehajtása, szerelvények visszaépítése és külső felület kezelése. Szükség esetén ellenőrizni kell a szállított közeg nyomását, áramlását vezérlő és visszajelző berendezések működését. A visszacsapó szelepek, az átfolyásmennyiség-korlátozó, közeggel működtetett nyomásszabályozó berendezések vonatkozásában kiterjed az eszközök kiépítésére, bontással történő állapotfelmérésére, belső tömítések, mozgóalkatrészek cseréjére. Biztonsági szelepek és nyomásmérő órák esetében kiterjed továbbá azok kalibrálására és ellenőrzésére, a végrehajtott ellenőrzést követő visszaépítésre és a hatóság által kiadott bizonyítványok átadására. A nyomáskiegyenlítő tartállyal kapcsolatban fontos, hogy a külső felület kezelése, festése rendszeresen az előírások szerint megtörténjen. A szellőztető rendszer vonatkozásában a ventillátor meghajtását végző elektromos motor bontással történő állapotfelmérése, mozgóalkatrészek cseréje, szellőző alagút ellenőrzése, tisztítása. Szellőző ventillátor ház belső tisztítása, külső felületének kezelése, festése jelenti a megelőző karbantartást. A kialakított szerkezeti elemekkel kapcsolatban szükséges az elhasználódott elemek pótlása, gumitartó bakok, gumialátétek cseréje, az elemek, aknaházak, aknafedelekek, szerelvényházak felületeinek kezelése és festése.
- C. Technikai kiszolgálás esetében az adott elem eszköz gyártója által kiadott, vagy az üzemeltető által műszaki követelményben meghatározott megelőző karbantartási feladatok végrehajtása, kenő- karbantartó anyagok, tisztító folyadékok, segédeszközök használatával, szükség szerint az elem, berendezés bontását jelenti.

### 5.2.3. *Nemkívánatos kockázati besorolás:*

#### 5.2.3.1. Tervszerű karbantartási stratégia:

A nyomásmérők (manométerek) tervszerű karbantartása kulcsfontosságú az eszközök pontos működése és a biztonságos üzemelés szempontjából. A karbantartás során az eszközök megbízhatóságát és hosszú élettartamát is biztosítjuk, megelőzve a hibás méréseket és az esetleges baleseteket. A nyomásmérő burkolatának és kijelzőjének ellenőrzése (nincs-e fizikai sérülés, deformáció), csatlakozások, tömítések ellenőrzése (szivárgásmentesség, korrózió), nyomásmérő kalibrálása szükség szerint. Fontos a nyomásmérő és a hozzá csatlakozó szelepek, csövek tisztítása, szennyeződések eltávolítása a kijelzőről és a nyomáscsatlakozásokról, hogy azok ne befolyásolják a mérést. A nyomásmérők tömítéseinek rendszeres ellenőrzése, különös tekintettel a nyomáscsatlakozásokra. A tömítések cseréje, ha azok elhasználódtak vagy sérültek. Meg kell győződni arról, hogy a nyomásmérő megfelelő mérési tartományban dolgozik, és nem lépi túl a gyártó által megadott maximális nyomást. Ha a nyomásmérő eltérést mutat a kalibráció során vagy más hibajelenség lép fel, a készüléket javítani kell, vagy cserélni.

A szűrőbetétek karbantartási fontossága egyaránt fontos megannyi üzemanyag telepek üzemeltetése során. Először meg kell határozni a szűrőbetétek ellenőrzési és cserélési intervallumait, ami igazodik az adott szűrő típusához és a működési körülményekhez. A szűrők időszakos ellenőrzése ki kell hogy terjedjen a szűrőbetétekben található szennyeződések és az elhasználódás jeleinek felmérésére. Ha a szűrő mosható, akkor megfelelő tisztítószerrel és technikákkal való tisztítás szükséges, viszont ha egyszerhasználatos betétekről va szó, akkor ezeket cserélni kell, amikor eléri a maximális szennyeződési szintet. A szűrő élettartamát és a cserélési intervallumot a gyártói ajánlások szerint kell követni. Szélsőséges környezeti körülmények esetén gyakrabban szükséges a szűrők ellenőrzése és cseréje. A karbantartási események és cserék nyomon követése, dokumentálása segíthet a karbantartás hatékonyságának értékelésében, és segíti a jövőbeli ütemezések optimalizálását. A szűrőbetétek tervszerű karbantartása jelentősen megnövelheti a rendszerek élettartamát, növeli a hatékonyságot, és csökkenti a váratlan meghibásodások kockázatát.

Az üzemanyag telepeken található biztonsági berendezések tervszerű karbantartása elengedhetetlen a biztonságos és hatékony működés fenntartása érdekében. Az ilyen berendezések lehetnek tűzvédelmi rendszerek, gázérzékelők, robbanásvédelmi eszközök, illetve egyéb életvédelmi és környezetvédelmi rendszerek. A tervszerű karbantartás célja

ezeknek a rendszereknek az üzembiztonságának folyamatos biztosítása és az esetleges meghibásodások megelőzése.

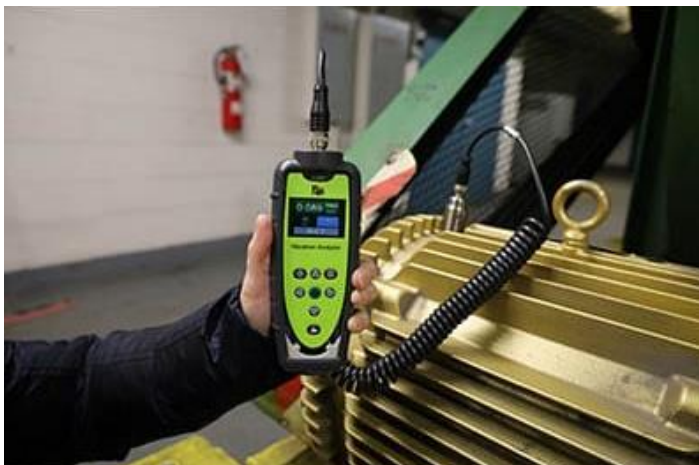
Minden biztonsági berendezésre egyedi karbantartási tervet kell készíteni, amely tartalmazza az ellenőrzések gyakoriságát, a felülvizsgálatok típusát és az elvégzendő műveleteket. Ezek a tervek a gyártói ajánlásokon, a hatósági előírásokon és a telep specifikus követelményein alapulnak. Különös hangsúlyt kell fektetni a robbanásvédelmi szelepek, robbanáscsökkentő falak, szellőztető rendszerek, valamint biztonsági szelepek és nyomáscsökkentők ellenőrzése, karbantartására. Ezek az eszközök a tartályok és csővezetékek nyomásának szabályozásáért felelnek. Karbantartásuk során ellenőrizni kell, hogy megfelelően működnek-e, és nincs-e korrózió vagy elhasználódás.

#### 5.2.3.2. Állapotalapú karbantartási stratégia:

Az állapotfigyelő karbantartás (Condition-Based Maintenance, CBM) eszközei olyan technológiák és módszerek összességét jelenti, amelyek lehetővé teszik a gépek és berendezések állapotának folyamatos vagy időszakos megfigyelését, a meghibásodások előrejelzését és a karbantartási feladatok optimalizálását. A legmegfelelőbb karbantartási stratégia annak érdekében, hogy a kezelő, illetve szakállomány folyamatosan naprakész, és pontos adatokkal rendelkezzen az egyes rendszerelemek állapotát illetően, továbbá szükség esetén gyorsan be tudjon avatkozni. Számos állapotfigyelő eszköz áll rendelkezésre ezek elősegítésére: [34]

Vibrációelemző eszközök:

- **Accelerométer:** Ezek érzékelők, amelyek a gépek vibrációját mérik. Az adatokat elemzőszoftverek dolgozzák fel, hogy azonosítsák a lehetséges problémákat, mint például a kopott csapágyak, kiegyensúlyozatlanságok vagy laza alkatrészek.



5. számú kép: Vibrációs elemzőkészülék<sup>1</sup>

- Spektrumanalizátorok: Ezek a vibrációs frekvenciákat elemzik, lehetővé téve a különböző problémák precíz azonosítását.
- Hansford Sensors HS-420: Alap vibrációs szenzorok, amelyek folyamatosan figyelik a szivattyúk vibrációját, jelezve a szivattyúk kopását vagy sérülését.



6. számú kép: Hansford Sensors HS-420<sup>2</sup>

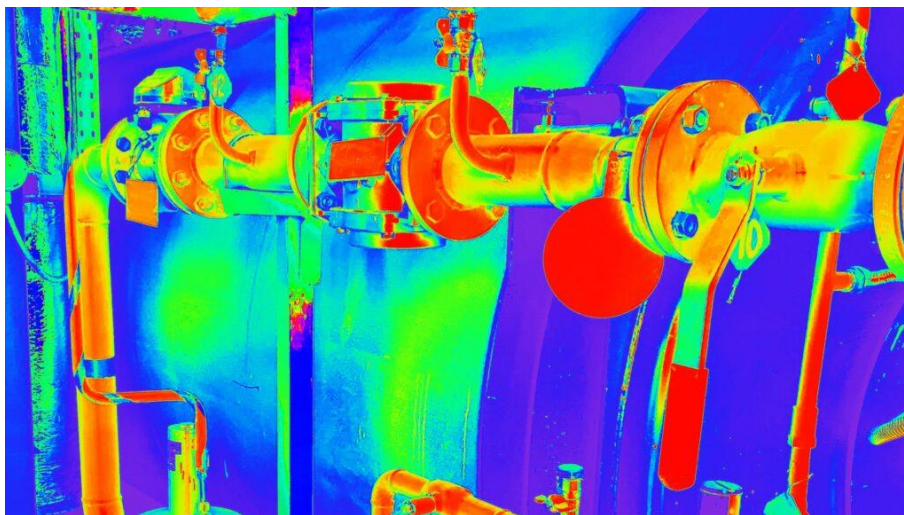
- SKF IMx-8 online vibrációs állapotfigyelő rendszer: Fejlett vibrációs monitorozó, amely adatokat gyűjt és riasztásokat küld a szivattyúk vibrációs állapotáról.

<sup>1</sup> Forrás: <https://www.tpieuropa.com/vibration-analyzers-condition-based-monitoring/9085-smart-vibration-analyser/> Letöltve: 2024.10.06. 14:42

<sup>2</sup> Forrás: <https://hansfordsensors.com/product/products/industrial-accelerometers/4-20-ma-transmitters/velocity-mm-sec/hs-420s-accelerometer-5/> Letöltve: 2024.10.27. 07:16

- Hőmérsékletfigyelő eszközök

- Infravörös kamerák (hőkamerák): Lehetővé teszik a gépek hőeloszlásának megfigyelését, hogy észleljék a túlmelegedést vagy a hőterhelési problémákat.
- Hőmérséklet érzékelők: Ezek az érzékelők folyamatosan monitorozzák a kritikus alkatrészek hőmérsékletét. Szükséges lenne a szivattyúházakban több helyre elhelyezni, és az így kapott adatok megfelelő információt szolgáltatnának a kezelőszemélyeknek.



7. számú kép: Hőkamera<sup>3</sup>

- Olajanalízis eszközök

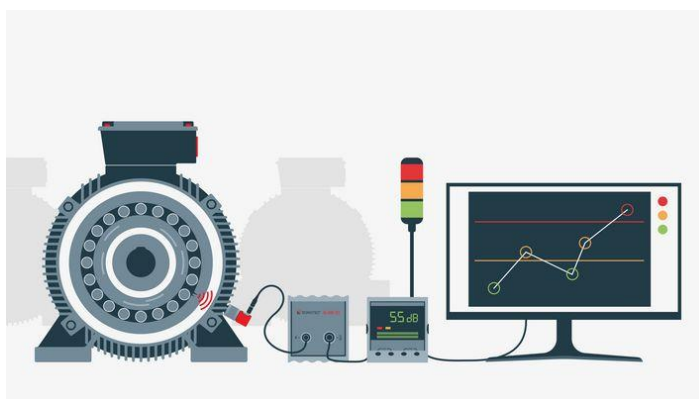
- Részecskeszámlálók: Ezek az eszközök elemzik az olajban lévő részecskék mennyiségét és típusát, ami előre jelezheti a kopás mértékét vagy egy esetleges meghibásodást.
- Viskozitásmérők: Az olaj viszkozitásának mérése segít meghatározni annak állapotát és szükséges cseréjét.
- Parker SensoNODE Blue olajminőség-érzékelő: Az olajminőséget figyeli a szivattyúk optimális kenése érdekében. Fontos a szivattyúk hosszabb élettartamának biztosításához.

<sup>3</sup> Forrás: <https://securetech.asia/thermal-cameras-in-the-oil-and-gas-industry/> Letöltve: 2024.10.06. 12:07



8. számú kép: Parker SensoNODE Blue olajminőség-érzékelő<sup>4</sup>

- Ultrahangos vizsgálat
  - Ultrahangos érzékelők: Ezek a gépek ultrahangos zaját elemzik, amely olyan problémákra utalhat, mint a levegőszivárgás, a csapágykopás vagy a kenési hiányosságok.



9. számú kép: Ultrahangos érzékelés<sup>5</sup>

- Elektromos vizsgálati eszközök
  - Áram- és feszültségérzékelők: Ezek monitorozzák a villamos berendezések teljesítményét, hogy azonosítsák a túláramot, feszültségesést vagy egyéb elektromos problémákat.
  - Hőkamerák és áramlási vizsgálók: Az elektromos alkatrészek hőmérsékleti eloszlását figyelik.

<sup>4</sup> Forrás: <https://www.hydracheck.com/catalog/pressure-test-products/sensonode-blue-bluetooth-pressure-sensor-150-psi-1-4-npt/> Letöltve: 2024.10.27. 07:32

<sup>5</sup> Forrás: <https://www.sonotec.eu/en/products/preventive-maintenance/applications/stationary-condition-monitoring/> Letöltve: 2024.10.06. 14:40

- FLIR GF77 gázszivárgás-kamera: Speciális hőkamera, amely érzékeli az esetleges gázszivárgásokat.



10. számú kép: FLIR GF77 gázszivárgás-kamera<sup>6</sup>

- Nyomásérzékelők

- Pneumatikus és hidraulikus rendszerek monitorozása: Az érzékelők folyamatosan figyelik a rendszer nyomását, hogy korai figyelmeztetést adjanak a szivárgásról vagy egyéb nyomással kapcsolatos problémákról.
- WIKA TTF-1 nyomásérzékelők: Robusztus, ipari nyomásérzékelők, amelyeket kifejezetten veszélyes környezetekhez terveztek.



11. számú kép: WIKA TTF-1 nyomásérzékelő<sup>7</sup>

- Endress+Hauser Cerabar PMP23 nyomásérzékelő: Nyomásmérésre tervezett eszköz, amely jelezheti a nyomásingadozások miatti esetleges meghibásodásokat.

<sup>6</sup> Forrás: <https://www.flir.es/news-center/industrial/3-ways-the-new-flir-gf77-will-benefit-your-company/>  
Letölve: 2024.10.27. 07:36

<sup>7</sup> Forrás: [https://www.wika.com/en-us/ttf\\_1.WIKA](https://www.wika.com/en-us/ttf_1.WIKA) Letölve: 2024.10.27. 07:23



12. számú kép: Endress+Hauser Cerabar PMP23 nyomásérzékelő<sup>8</sup>

- Vizsgálati módszerek

- Roncsolásmentes vizsgálat (NDT): Ide tartozik például a radiográfia, ultrahang, mágneses részecske vizsgálat, amelyek segítségével az alkatrészek belső hibái is azonosíthatók anélkül, hogy szétszerelnék a berendezést. Ezek a módszerek és eszközök együttesen segítik a karbantartási folyamatok optimalizálását, csökkentve a meghibásodások esélyét, és növelve a berendezések megbízhatóságát és élettartamát.
- A motor áramkörének elemzése egy roncsolásmentes vizsgálati módszer, amely az elvégzett MCA (Motor Circuit Analysis) mérésekből, mért érték értelmezésből és adatelemzésből következtet a lehetséges hiba előfordulására, fennállására és súlyosságára vonatkozóan.



13. számú kép: MCA berendezés<sup>9</sup>

<sup>8</sup> Forrás: <https://www.hu.endress.com/hu/termek/pressure/Absolute-gauge-Cerabar-PMP23?t.tabId=product-overview> Letöltve: 2024.10.27. 07:28

<sup>9</sup> Forrás: <https://www.technotron.nl/en/motor-circuit-analysis/> Letöltve: 2024.10.06. 12:38

- Adatgyűjtő és -elemző szoftverek

- CMMS rendszerek (Computerized Maintenance Management Systems): Ezek a szoftverek összegyűjtik és elemzik a gépekről származó adatokat, és előrejelzéseket készítenek a szükséges karbantartási műveletekről.
- Big Data elemzés és IoT: Az IoT eszközökön keresztül gyűjtött adatok big data elemzése lehetővé teszi a gépek állapotának mélyreható elemzését.
- Siemens SIMATIC RTU3000C: Távfelügyeleti egység, amely az összes szenzor adatait gyűjti és távolról elérhetővé teszi.

Honeywell OneWireless: Vezeték nélküli adatgyűjtő rendszer, amely támogatja a valós idejű adatgyűjtést és távmonitorozást.

- Komplet állapotfelügyelő rendszerek

Emerson AMS 6500 Machinery Health Monitor: Komplet monitorozó rendszer a vibráció, hőmérséklet, és olajminőség felügyeletére, riasztásokkal és diagnosztikai lehetőségekkel.

A felsorolt állapotfigyelő rendszerek nem (minden esetben) helyettesítik egymást, több, különböző berendezés használata nem zárja ki egymást. A beruházási és üzemeltetési költségek szerint érdemes ezen elemek közül minél több alkalmazása, különösen a szivattyúk, áramlásfigyelők, biztonsági berendezések, valamint elektronikus rendszerek esetében.

Az üzemeltetési tapasztalatok azt mutatják, hogy az üzemanyagtelepek működése során a legtöbb hibajelenség elektronikai meghibásodás következtében történik. Gyakorlati példával élve, egy áramlásfigyelő relé szerepe, hogy az átfolyás függvényében jelet adjon szivattyúvezérlő egységnek annak le, illetve bekapcsolására. Az átfolyás hiányában a relének le kellett volna adnia a jelet, de ezt nem tette meg, így a szivattyú üres üzemben működött több órán keresztül. Ezen idő alatt ez az üzemanyag telep használaton kívül volt, a telep lezárása előtt a kezelőszemélyek a részükre meghatározott tevékenységet (szerelvények elzárása, szivattyúvezérlő egység automatikus állítása) megfelelően végrehajtották. A telep üzemeltetése előtt a kezelőszemélyzet vette észre, hogy a szivattyúházban melegebb van a megszokottakhoz képest, illetve a szivattyú, valamint ahhoz tartozó csővezeték a meleg hatására elszíneződött (a szivattyú meghibásodott). A probléma gyökere több okhoz vezethető vissza, de abban az esetben, ha a telep rendelkezik hőmérséklet mérésre szolgáló jelzőrendszerrel, a kezelőszemélyzet a beérkező adat alapján megfelelő időben tudott volna beavatkozni, mielőtt a szivattyú meghibásodott volna. A szivattyú cseréje, illetve javítása többletköltséget okozott a Magyar Honvédségnek.

#### 5.2.4. *Elfogadhatatlan kockázati besorolás:*

##### 5.2.4.1. Kockázat alapú karbantartási stratégia:

A kockázatalapú karbantartás (RBM) lényege, hogy a fókuszpontot a magasabb kockázatú eszközökre kell helyezni, ezzel biztosítva, hogy azok megkapják a megbízható és hatékony működéshez szükséges figyelmet. A nagy kockázatú rendszerelemek azonosításával és a karbantartási tevékenységek meghatározásával az RBM segít a hadrafoghatóság fenntartását, valamint csökkenteni a munkahelyi balesetek és sérülések kockázatát. Az RBM alkalmazása egy üzemanyag telepen a kockázatok felmérésére és kezelésére összpontosít, hogy optimalizálja a karbantartási folyamatokat és költségeket, miközben minimalizálja a leállásokat és a biztonsági kockázatokat. [35]

Mivel a kockázati besorolást az elmúlt évek üzemeltetési tapasztalatai alapján kerültek meghatározásra, szükséges a besorolások meghatározott időként történő ellenőrzése. Ez magában foglalja az esetlegesen újonnan beépített vagy átalakított berendezéseket, valamint a megnövekedett vagy csökkent meghibásodásokból fakadó változásokat is. A karbantartási tevékenységek hatékonyságának nyomon követése és az eszközök állapotának folyamatos figyelése érdekében szükséges ezen besorolású rendszerelemeknél sűrűbb ellenőrzések beiktatása is. A kockázat további csökkentésének érdekében rendszerfigyelő elemek telepítése is javasolt, ami állhat kamerarendszerből, hőkamerából, hőmérséklet mérő berendezésekből.

Az RBM előnyei közé tartozik a karbantartási költségek optimalizálása, a leállások és üzemzavarok csökkentése, valamint a biztonsági és környezeti kockázatok minimalizálása. Ezt a stratégiát különösen akkor érdemes alkalmazni, ha a berendezések meghibásodása jelentős következményekkel járhat, mint például egy üzemanyag telepen.

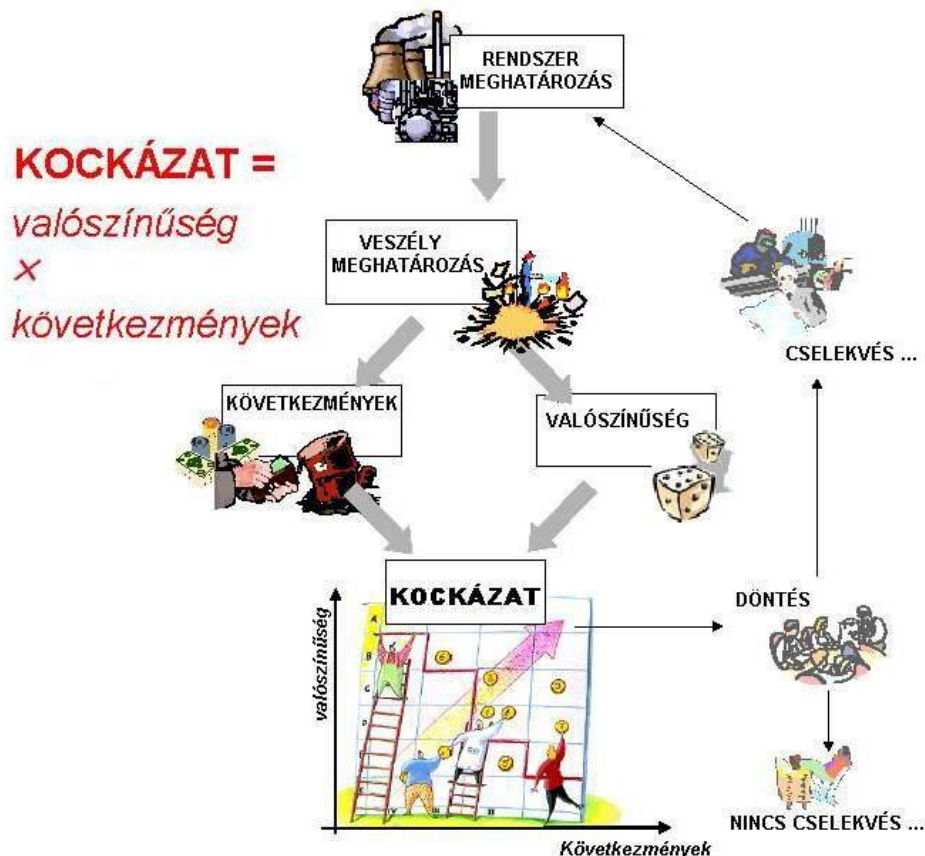
A Magyar Honvédség üzemanyag telepeinek esetében különös figyelmet kell szentelni a különböző szűrőegységek, biztonsági szelepek, illetve a közeggel működtetett szabályozószelepek folyamatos, megfelelő működtetésére. Ezen elemek nem megfelelő működése rendkívüli veszélyeket jelenthet, ami környezeti, biztonsági, hadrafoghatósági kockázatot jelentenek. Ezen rendszerelemek ellenőrzését a gyártói előírások tartalmazzák, azonban a rendszer más elemei kihatással lehetnek ezen elemek megfelelő működésében, ezért szükséges azok további szigorítása, a költséghatékonyság szemelőt tartásával.

Működési próba kapcsán az adott berendezés, eszköz üzemképességének, állapotának ellenőrzése szükséges, normál üzemelési körülmények között, működtetéssel. Ezt követően szükséges az állapotfelmérés tényének rögzítése dokumentumon, javaslattétel. A szállított közeg nyomását, áramlását vezérlő és visszajelző berendezések esetében a biztonsági szelepek működésének ellenőrzése szükséges, manuális működtetéssel, valamint a beállított nyomásérték ellenőrzése. A gázkoncentrációt ellenőrző rendszer működéspróbáját meghatározott mennyiségű gázminta kijuttatásával és riasztás előidézésével egyidejűleg a teljes rendszerre – gázérzékelő, távadó, riasztó berendezések – alkalmazásával kell végrehajtani.

Az adott berendezések és eszközök üzemképességének, állapotának ellenőrzését az erre szolgáló speciális ellenőrző eszközökkel kell végrehajtani. Állapotfelmérés tényének rögzítését dokumentumon kell rögzíteni. A szállított közeg nyomását, áramlását vezérlő és visszajelző berendezések alkalmazásával az adott óra működésének és mérési pontosságának ellenőrzése a teljes kijelzett mérési tartományban végre kell hajtani.

A technikai kiszolgálás kiterjed a vízleválasztó és finom-, és durvaszűrőház belsejének ellenőrzésére, tisztítására, a csavarok, csavaranyák szűrőbetét vezető száraz állapotfelmérésére (sérülés esetén cseréjére), valamint tömítések cseréje. A durvaszűrő ház esetében szükséges a szűrőbetét tisztítása, állapotfelmérése (sérülés esetén cseréje). Szivattyúegységeknél az adott egység teljesített üzemórájának vagy szolgálati idejének megfelelően kell végrehajtani a megelőző karbantartást, a gyártói utasításban meghatározott feladatok végrehajtása szerint (csapágyazások kenő- karbantartó anyagok pótlása frissítése). A szállított közeg csatlakozási pontok esetében szintén meg kell vizsgálni a forgóág csapágyházának kenését, szükség esetén pótolni kell a kenő, illetve karbantartó anyagok. A biztonságtechnikai berendezések esetében szükséges a szellőztető rendszer állapotfelmérése, szükség esetén tisztítása.

Az RBM alapelve, hogy figyelembe veszi az egyes szerkezeti elemek károsodásának, meghibásodásának valószínűségét és az esetleges meghibásodás fiskális következményét. A kockázat felmérés elvét és egyes lépéseit, azok egymásra épülését szemlélteti a 6. számú ábra. Ez egyrészt korszerű károsodásméleti ismereteket igényel, másrészt valószínűség számítási módszerek alkalmazását. A módszer segítségével kidolgozható egy olyan optimális karbantartási és felülvizsgálati stratégia, amely a kockázat minimalizálása mellett költségek szempontjából is optimálisnak tekinthető.



6. számú ábra: Az állapot-felügyeleti rendszer működési elve, struktúrája (Forrás: [28])

Az elmúlt évtizedekben több cég is bevezette az RBM, (RBIM) alkalmazását, mely alapján megállapítható, hogy költségek akár 25-40 %-kal is csökkenthetők.

Az RBI alkalmazásával számos, az adott rendszerelem karbantartásával és üzemeltetésével kapcsolatos nyitott kérdésre választ kaphatunk:

- választ ad a diagnosztikai vizsgálat elvégzésnek gyakoriságára, mértékére, a vizsgálatot elvégző személy (szolgálati személy), felelőst is meghatározza,
- meghatározza az alkalmazott értékelési módszert (szükséges-e szakértő bevonása).

#### 5.2.4.2. Megbízhatóság alapú karbantartási stratégia:

A megbízhatóság alapú karbantartási stratégia (Reliability-Centered Maintenance, RCM) üzemanyag telepek esetében számos berendezésnél alkalmazható, különösen az olyanoknál, amelyek meghibásodása súlyos következményekkel járhat. Az RCM stratégia célja, hogy a karbantartási tevékenységeket olyan módon szervezzék, hogy a legkritikusabb berendezések meghibásodásait előzzék meg, és minimalizálják a nem tervezett leállások kockázatát. Az alábbi főbb berendezéseknél alkalmazható az RCM stratégia:

- Tartályok: Az üzemanyag tárolására szolgáló tartályok karbantartása elengedhetetlen, mivel egy esetleges meghibásodás (pl. korrózió, szivárgás) súlyos környezeti és biztonsági kockázatot jelenthet. Az RCM segíthet meghatározni a megfelelő ellenőrzési és javítási intervallumokat.
- Szivattyúk: A szivattyúk az üzemanyag átmozgatására szolgálnak a tartályok és a szállító rendszerek között. Ezek meghibásodása kritikus lehet a telep folyamatos működésére nézve, így a megbízhatóságon alapuló karbantartás segíthet csökkenteni a kiesések esélyét.
- Csővezetékek és szelepek: Az üzemanyag átvezetését végző csővezetékek és szelepek hibái veszélyes szivárgásokhoz és potenciális robbanásveszélyhez vezethetnek. Az RCM segít a karbantartási terv optimalizálásában, amely figyelembe veszi a korróziós kockázatokat és egyéb potenciális meghibásodási mechanizmusokat.
- Töltő- és lefejtő rendszerek: Ezek a rendszerek különösen fontosak, mivel itt történik az üzemanyag járművekre történő fel- vagy kirakodása. A berendezések hibája biztonsági kockázatot jelenthet, így rendszeres megelőző karbantartásuk kulcsfontosságú.
- Biztonsági és vészleállító rendszerek: Ezeknél a rendszereknél az RCM alapú megközelítés különösen fontos, mivel a biztonsági berendezések meghibásodása esetén súlyos következményekkel járó balesetek történhetnek. Ilyen rendszerek lehetnek például a tűzjelzők, tűzoltó rendszerek, nyomáscsökkentők stb.
- Mérő- és érzékelő berendezések: Az üzemanyag nyomását, hőmérsékletét és áramlását figyelő szenzorok és műszerek megbízható működése kritikus a biztonságos üzemeltetéshez. Ezek rendszeres kalibrálása és karbantartása az RCM része lehet. Az RCM stratégia alkalmazása ezen berendezések esetében biztosítja, hogy a karbantartási erőforrásokat ott használják fel, ahol a legnagyobb hatása van a biztonságra és a költséghatékonyságra.

#### 5.2.4.3. Állapotfüggő karbantartási stratégia:

Az állapotfüggő karbantartás célja, és eszközei kifejtésre kerültek az 5.3.3.3. bekezdésben. Egyes szerelemek alkalmazási körük szerint kerülhetnek más-más kockázati osztályba. A honvédség által üzemeltetett üzemanyag telepeken például a közeggel működtetett szabályószelepek elfogadhatatlan, és nem kívánatos kategóriában is megtalálhatók. Ennek oka, hogy egyes rendszerek, szerelemek redundáns kialakításúak, ami azt jelenti, hogy párhuzamosan, és/vagy egymás helyettesítő rendszerek. Befolyásolja továbbá az adott

---

berendezés üzemeltetési ideje. Azokon a telepeken, ahol több anyagmozgás jellemző, a meghibásodások is nagyobb eséllyel jelentkeznek.

## 6. Gazdasági számítás

A jelenleg alkalmazott karbantartási szerződés két részre szedhető: ütemezett karbantartás, valamint meghibásodás utáni karbantartás (javítás). Az ütemezett karbantartást a szerződött cég az általuk összeállított karbantartási ütemterv alapján végzik, melyet a honvédelmi szervezetek (alakulatok) jóváhagynak.

Annak érdekében, hogy egy rugalmasabb, és hadrafoghatóság fenntartásának érdekében eredményesebb szerződés álljon rendelkezésre, véleményem szerint a jövőben olyan karbantartási szerződés kialakítása javasolt, amely nem választja el az ütemezett, valamint az eseti meghibásodásból fakadó karbantartási munkákat, feladatokat. Egy olyan szerződés, amely keretösszege az adott tárgyévre beütemezett karbantartásokon felül ad mozgási szabadságot a hibaelhárító karbantartásra, azonban kötelezettséget nem vállal annak teljes lehívására, csak egy bizonyos mértékig (gyakorlatban megszokott, hogy hasonló keretszerződések esetében a megrendelő 70%-ig vállal kötelezettséget).

Az egyes rendszerelemek általam meghatározott (javasolt) karbantartási stratégiák, valamint azok alkalmazása során végrehajtandó feladatok alkalmazásával csökkenthető a meghibásodások száma, és növelhető a hadrafoghatóság. Bizonyos rendszerelemek ellenőrzését javasolt sűrűbben, átfogóbban ellenőrizni, vizsgálni, ami többletköltséget jelentene, ha az aktuális karbantartási szerződés metodikája alapján. Például, az elektromos berendezéseket az elektromos kapcsolószekrények karbantartását, javítását félévenként írja elő a jelenlegi szerződés. A dolgozatomban korábbi szakaszában említettem, hogy számtalan alkalommal nem mechanikai, hanem elektronikus hiba miatt nem működik egy-egy rendszerelem. Tekintettel arra, hogy bizonyos elektromos hibák a telepek üzemképtelenségét okozhatják, valamint arra a nem elhanyagolható tényre, hogy folyamatosan öregedő elektromos berendezések kerülnek alkalmazásra, negyedévente javasolt végrehajtani ellenőrzést, illetve évente egy alkalommal egy átfogóbb működésellenőrzést. Az ellenőrzések és esetleges karbantartási munkák a jelenleg alkalmazotthoz képest többletköltséget okozna. Ehhez hasonló séma, logika számtalan rendszerelemnél megfigyelhető, ezért a döntés megkönnyítése érdekében minden karbantartási stratégia során (kivéve a hibaelhárítót) meg kell határozni, hogy egyes rendszerelemek cseréje, vagy folyamatos karbantartása milyen költségekkel, ráfordításokkal jár a hadrafoghatóság megőrzése érdekében. Ennek meghatározására egyszerű matematikai képletekkel lehetséges:

$$MC/RV = (\text{éves karbantartási költségek} \div \text{berendezés csereértéke}) \times 100\%$$

MC/RV: a karbantartási költség a cserealkatrész értékének hány százaléka

Az éves karbantartási költségek az egy év során felmerült teljes karbantartási költséget jelentik. Az Equipment Replacement Value („berendezés csereértéke”) az a költség, ami a berendezés cseréjével kapcsolatban felmerül. Ha a karbantartás költsége túl magas a berendezés cseréjének költségéhez képest, akkor költséghatékonyabb lehet a berendezés cseréje a karbantartás végrehajtása helyett. A megelőző karbantartás legnagyobb költsége a munkadíj. Ha a karbantartási ütemterv nincs megfelelően meghatározva, akkor a szerződött karbantartók felesleges szükségtelen munkákat végeznek, ami felesleges kiadásokat jelent. A munkadíjak csökkentésére megfelelő lehetőség a „házon belüli” karbantartás végrehajtása. Ez azt jelenti, hogy a kezelőállomány képes elhárítani az esetlegesen felmerülő (kisebb) hibákat, rendellenességeket. [36]

A jelenleg alkalmazott karbantartási szerződés, valamint az általam tett megállapítások közötti számszerűsített gazdasági összehasonlításra nincs lehetőség, azok eltérő alapelvei miatt. Egyes esetekben a javasolt ellenőrzés ciklusa nem tér el a jelen alkalmazottól, azonban annak spektruma igen. Továbbá, az általam felvázolt karbantartási mix alkalmazása többletköltséget okoz az előre ütemezett karbantartások és ellenőrzések által, azonban (megfelelő karbantartás esetén) költségcsökkenés eredményezne a meghibásodás után végrehajtott karbantartási feladatok esetében.

3. táblázat: Szenzorokat összesítő táblázat

| <b>Eszköz<br/>megnevezése</b>   | <b>Eszköz típusa</b>                    | <b>Egységár</b><br>HUF<br>USD* | <b>Szükséges<br/>mennyiség</b><br>(darab) | <b>Összár</b><br>(HUF) |
|---------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------|------------------------|
| Hansford<br>Sensors HS-420      | vibrációs<br>szenzorok                  | 74.856 HUF<br>200 USD          | 12                                        | 898.272                |
| SKF IMx-8                       | vibrációs<br>állapotfigyelő<br>rendszer | 748.560 HUF<br>2.000 USD       | 1                                         | 748.560                |
| WIKA TTF-1                      | hő- és<br>nyomásérzékelők               | 130.998 HUF<br>350 USD         | 12                                        | 1.571.976              |
| Endress+Hauser<br>Cerabar PMP23 | hő- és<br>nyomásérzékelők               | 205.854 HUF                    | 12                                        | 2.470.248              |

| <b>Eszköz<br/>megnevezése</b>                   | <b>Eszköz típusa</b>     | <b>Egységár</b><br>HUF<br>USD*  | <b>Szükséges<br/>mennyiség</b><br>(darab) | <b>Összár</b><br>(HUF) |
|-------------------------------------------------|--------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------|------------------------|
|                                                 |                          | 550 USD                         |                                           |                        |
| Parker<br>SensoNODE Blue                        | olajminőség-<br>érzékelő | 561.420 HUF<br>1.500 USD        | 1                                         | 561.420                |
| FLIR GF77                                       | gázszivárgás-<br>kamera  | 6.362.760 HUF<br>17.000 USD     | 4                                         | 25.451.040             |
| Siemens<br>SIMATIC<br>RTU3000C                  | Távfelügyeleti<br>egység | 1.309.980 HUF<br>3.500 USD      | 1                                         | 1.309.980              |
| Honeywell<br>OneWireless                        | adatgyűjtő<br>rendszer   | 4.865.640 HUF<br>13.000 USD     | 1                                         | 4.865.640              |
| Emerson AMS<br>6500 Machinery<br>Health Monitor | monitorozó<br>rendszer   | 13.099.800<br>HUF<br>35.000 USD | 1                                         | 13.099.800             |

\*USD árfolyam 2024.10.27-én: 374,28 Forint

Az árak függhetnek a szenzorok darabszámától és a pontos konfigurációtól, illetve az egyedi igényektől és a beszerzési forrástól. Ezen rendszerek beépítése jelentős költséget jelenthet, de hosszú távon költséghatékonyságot nyújthatnak a megelőző karbantartás és az üzemzavarok minimalizálása révén. Fontos kiemelni, hogy a táblázatban található darabszám adatok becslése, meghatározása csak az MH vitéz Szentgyörgyi Dezső 101. Repülődandár üzemanyag telepein javasolt mennyiségeit tartalmazza.

Tekintettel arra, hogy a Magyar Honvédség üzemanyag telepein jelenleg kiépített távfelügyeleti rendszerek rendelkezésre állnak, valamint a táblázatban szereplő különböző távfelügyeleti, vagy adattároló rendszerek beszerzési és telepítése költségeire, nem tartom elsődlegesnek e rendszerek beszerzését. Ellenben különböző típusú vibrációs szenzorok, és hő-, és nyomásérzékelők telepítése nagymértékben hozzájárulna a karbantartási költségek hosszú távú csökkentésében.

Néhány különböző típusú hőkamera:

4.számú táblázat: Hőkamerák

| Típus megnevezés | Egységár                    | Hőmérsékleti tartomány  | Felbontás       |
|------------------|-----------------------------|-------------------------|-----------------|
| FLIR E5-XT       | 336.852 HUF<br>900 USD      | -20°C-tól<br>+400°C-ig. | 160 x 120 pixel |
| FLIR E54         | 1.309.980 HUF<br>3.500 USD  | -20°C-tól<br>+650°C-ig  | 320 x 240 pixel |
| FLIR T640        | 6.362.760 HUF<br>17,000 USD | -40°C-tól<br>+650°C-ig  | 640 x 480 pixel |
| Testo 868        | 636.276 HUF<br>1.700 USD    | 0°C-tól +650°C-<br>ig   | 160 x 120 pixel |
| Testo 872        | 1.010.556 HUF<br>2.700 USD  | 0°C-tól +650°C-<br>ig   | 320 x 240 pixel |
| Testo 890-2      | 4.117.080 HUF<br>11.000 USD | nem ismert              | 640 x 480 pixel |

Az üzemanyag telepeken telepítendő hőkamerákkal kapcsolatban a kitűzött céloom, hogy a kezelőszemélyek a kamerafelvételre rátekintve egyből információval rendelkezzenek az egyes berendezések üzemhőmérsékletéről. Szükség esetén be tudjanak avatkozni azok csökkentésére. Ennek értelmében a piacon található alacsonyabb felbontású, és kevesebb funkcióval rendelkező hőkamerák beszerzése teljes mértékben el tudná látni ezen feladatokat. Gyakorlati tapasztalat alapján szükséges hőkamera, és / vagy hőrézeékelő rendszer telepítése az üzemanyag telepeken üzemeltetett szivattyúházakban. Az elmúlt évek során előfordult, hogy egy berendezés meghibásodást követően a szivattyú nem állt le, és „üres” üzem közben túlmelegedett, meghibásodott. A javítási költségek 4.000.000 és 5.000.000 forint közöttiek voltak. Ehhez képest egy alacsonyabb árkategóriájú hőkamera telepítése (336.852 Forint), valamint a várható éves karbantartási költsége (825.000 Forint<sup>10</sup>)

Motor Circuit Analysis (MCA) berendezések kiválasztása során a különböző típusok és azok ára sok mindentől függ, mint a gyártó, a készülék funkcionalitása és a diagnosztikai képességek. Az alábbiakban néhány népszerű MCA eszközt sorolok fel, hogy segítsen a

<sup>10</sup> A jelenleg érvényben lévő karbantartási szerződés hasonló berendezések karbantartási követelményei alapján került becslésre.

választásban. Az árak hozzávetőlegesek, és különbözhetnek a forgalmazótól és az országtól függően.

5. számú táblázat: MCA berendezések

| Típus megnevezés                 | Egységár                     | Kialakítás                         | Funkciók                                                                            |
|----------------------------------|------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| All-Test Pro 5™                  | 3.742.800 HUF<br>10.000 USD  | Hordozható, kézi eszköz            | spektrumanalízis, fázishibák detektálása, motorok állapotának részletes elemzése    |
| Baker DX Series                  | 6.362.760 HUF<br>17.000 USD  | Hordozható, kézi eszköz            | szigetelési ellenállás mérés, hipot teszt, surge teszt, motor állapot megjelenítés  |
| Dynamic Motor Analyzer - EXP4000 | 11.228.400 HUF<br>30.000 USD | Hordozható, kézi eszköz            | -                                                                                   |
| MCEmax                           | 22.456.800 HUF<br>60.000 USD | Komplex, helyhez kötött berendezés | motor teljesítmény megjelenítése, dinamikus motor diagnosztika, online monitorozást |

A 4. számú táblázat alapján látható, hogy ezek a berendezések jóval költségesebbek, mint a hőkamerák. Javasolt egy-egy hordozható berendezés beszerzése, melyet egy adott szervezet kijelölni a berendezés üzemeltetésére, és a szükséges vizsgálatok elvégzésére, annak szükségessége esetén.

Az üzemanyagtelepek szivattyúházai és csőszerevényei esetében a nyomásérzékelőkkel szemben fontos követelmény, hogy jól tűrjék a nehéz ipari környezetet, ellenálljanak a korróziónak, robbanásbiztosak legyenek, és megfelelő pontosságot biztosítsanak a szivattyúzott üzemanyag mennyiségének és nyomásának ellenőrzéséhez.

6. számú táblázat: Nyomásérzékelők

| Típus<br>megnevezés                                 | Egységár                    | Előny                                                                                                                                                                 | Alkalmazás                                                                            |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| WIKA A-10<br>piezorezisztív<br>nyomásérzékelők      | 112.284 HUF<br><br>300 USD  | Nagy pontosságú méréseket biztosítanak, és különböző üzemanyagokkal kompatibilisek. Robbanásbiztos változataik ideálisak tűz- és robbanásveszélyes anyagok közelében. | Üzemanyag-szivattyúk kimeneti nyomásának mérése, csővezetékek ellenőrzése.            |
| Rosemount 3051S<br>kapacitív<br>nyomásérzékelő      | 187.140 HUF<br><br>500 USD  | Stabil mérési pontosságot biztosítanak, és tartósak a hosszú távú használathoz. Bizonyos modellek kifejezetten ipari folyadékokhoz és üzemanyagokhoz fejlesztettek.   | Szivattyúk és szelepek állapotának figyelése, rendszer nyomásának ellenőrzése.        |
| Baumer PBM4<br>induktív<br>nyomásérzékelő           | 187.140 HUF<br><br>500 USD  | Robusztus felépítésük miatt jól tűrik a nehéz ipari körülményeket, különösen ajánlottak robbanásveszélyes környezetekben.                                             | Szivattyúk, csővezetékek és egyéb szerelvények nyomásának folyamatos figyelése.       |
| Kistler 4260A<br>optikai<br>nyomásérzékelő          | 748.560 HUF<br><br>2000 USD | Nagy pontosságú és tartós érzékelők, amelyek jól tűrik a kemény vegyi anyagok hatását. Gyakran használják az olaj- és gáziparban, ahol pontos mérésre van szükség.    | Precíziós mérések üzemanyagvezetéseknél, ahol fontos a szivárgások korai felismerése. |
| Honeywell PX2<br>elektromágneses<br>nyomásérzékelők | 187.140 HUF<br><br>500 USD  | Stabil működés, még alacsonyabb hőmérsékleten is. Jól használhatóak folyadékkal teli csövekben és üzemanyag szivattyúknál.                                            | Üzemanyag-csővezetékekben és szivattyúkban nyomásellenőrzés.                          |

---

Az üzemanyag telepek szivattyúihoz és csőszelvényeihez leginkább az 5. számú táblázatban található induktív, piezorezisztív és kapacitív típusok alkalmasak, mivel ezek megbízhatóak és elérhetők robbanásbiztos kivitelben. Az optikai nyomásérzékelők is jó megoldást jelenthetnek, ha magasabb pontosságra van szükség, bár ezek általában költségesebbek. Az 5. számú táblázat adatai alapján is látható, hogy különböző típusú érzékelők, különböző árkategóriák szerint elkülönülnek. Az üzemeltetési körülményeknek megfelelően javasolt ezek megvizsgálása, és akár különböző típusú érzékelők telepítése. A nyomásérzékelőkből üzemanyag telepenként (minimum) 3-3 darab telepítése javasolt, annak érdekében, hogy minél pontosabban beazonosítható legyen a hiba jelentkezésének helye. A karbantartó cégek általában az eseti javításokat kiszállási és órabér költségvonzatában hajták végre, melyek sok mindentől függhetnek. Számszerűsíteni a megtérülést vagy esetleges ráfordítást ezek alapján nem lehetséges, azonban az érzékelők üzemeltetése esetén folyamatos információ állna rendelkezésre a csőszelvények, és hozzátartozó egyéb szerelvények állapotát tekintve, valamint sokkal tervezhetőbbé tenné az ütemezett karbantartások végrehajtását.

## 7. Összefoglalás

Dolgozatom során az üzemanyag telepek egyes rendszerelemeit megvizsgálva kockázati besorolás szerint meghatározásra került minden elemhez a megfelelő karbantartási mix. A jelenleg alkalmazott karbantartási szerződések nem térnek el nagymértékben az általam meghatározott módszertól, azonban a szerződések kialakítása során nagymértékben támaszkodtunk az üzemeltetési tapasztatokra. Az általam javasolt, meghatározott módszerek alkalmazásával, valamint a rendszerelemek operatív nyilvántartása mellett folyamatos és naprakész információval rendelkezhetünk az egyes elemek kockázati besorolását tekintve. Egyes döntéshelyzetben a megfelelő lehetőség kiválasztáshoz is információ áll rendelkezésre.

A karbantartás végrehajtásának érdekében szükséges karbantartási ütemterv összeállítása, hogy a szükséges munkák a megfelelő időben legyenek végrehajtva. Az ütemterv mellett egy úgynevezett „checklist”, másnéven ellenőrző lista követése is elengedhetetlen. Ennek célja, hogy az ellenőrzések során ne maradjon ki egy aspektus sem. A végrehajtott ellenőrzésekről szükséges továbbá egy nyilvántartás vezetése is, amely minden karbantartási tevékenységről (beleértve a szerviz dátumát, a feladatot végző céget, személyt és a felhasznált cserealkatrészeket). Hasonlóan a gépjárművek törzskönyvéhez, egyes telepek, illetve nagyobb rendszereknél (és hozzájuk tartozó rendszerelemek) is alkalmazható lenne, mely számos előnyt és könnyeb átláthatóságot jelentene a végrehajtott karbantartások követése érdekében. Hibaelhárító karbantartás költséghatékonyabb lehet, mint a megelőző karbantartás, mivel csak akkor kell javítást végezni, ha valami elromlik, ahelyett, hogy rendszeres ellenőrzésekbe és karbantartásba kellene fektetni. A hibaelhárító karbantartás azonban nem tervezett leállásokat és termelékenységcsökkenést is eredményezhet, ami költséges lehet a vállalkozások számára. A prediktív karbantartás megvalósításához szükséges olyan felügyeleti rendszer és adatelemző eszközök alkalmazása, amelyek folyamatos összeköttetésben vannak a kezelőszemélyekkel. Előfordulhat, hogy frissítenie kell a meglévő elektronikai rendszert, ami ráfordításokkal jár/járhat, a hosszú távú előnyök azonban jóval meghaladják a kezdeti költségeket, amelyeket tovább lehet ellensúlyozni a modern, csatlakoztatott CMMS-ekkel (Computerized Maintenance Management System, Számítógépes karbantartás-kezelő rendszer). Az állapotalapú karbantartási stratégia (CBM) alkalmazása során karbantartási folyamatot csak akkor hajtják végre, ha az a berendezés tényleges állapota alapján szükséges, nem pedig előre meghatározott ütemterv szerint. Ennek eredményeképpen a szükségtelen karbantartási tevékenységekhez kapcsolódó költségek (a munkadíj, alkalmazott anyagok, állásidő) minimálisra csökkennek. A

CBM csökkenti a váratlan meghibásodások valószínűségét is, amelyek további költségekhez vezethetnek, azonban annak érdekében, hogy ez megfelelően működjön, szükséges különböző felügyeleti rendszerek (IIoT-érzékelők, felhőalapú platformok és vagy technológiák) alkalmazása. Ezek a rendszerek folyamatosan figyelik az egyes folyamatokat és csökkentik a manuális ellenőrzések szükségességét. A CBM nem helyettesítheti az emberi ellenőrzést, de megfelelő segítséget nyújt a folyamatos, és pontos adatgyűjtésben. Egyes felügyeleti rendszerek pontosabb adatot tudnak szolgáltatni a berendezések állapotáról, mint a kezelő tudna a helyszínen, ezzel lehetővé téve a pontosabb döntéshozatalt a javítással, cserével vagy frissítéssel kapcsolatban. Mindemelllett, jelentős teljesítményjavítást tesz lehetővé anélkül, hogy hatalmas és előzetes befektetésre lenne szükség. A legtöbb esetben karbantartási stratégiák kombinációjára van szükség, a berendezés és a műveletek jellegétől függően. A reaktív karbantartás hasznos lehet olyan berendezések esetében, amelyek élettartama végéhez közelednek, vagy amelyek még garanciálisak. A tervezett karbantartás azon a feltételezésen alapul, hogy a berendezés rendszeres időközönként karbantartást igényel, függetlenül a tényleges állapotától. Itt a karbantartás időalapú ütemezésen alapul, amely magában foglalja a karbantartási feladatok meghatározott időközönkénti elvégzését, például félévente vagy 10 000 üzemóránként. A megelőző karbantartás hasonló a tervezett karbantartáshoz, mivel olyan ütemezett karbantartási tevékenységeket foglal magában, amelyek célja a berendezés meghibásodása. A megelőző karbantartás azonban jellemzően előre meghatározott feladatokon – például kenés, szűrőcsere vagy ellenőrzés – alapul, nem pedig meghatározott időintervallumokon. A megelőző karbantartás célja a lehetséges berendezések problémáinak azonosítása és kezelése, mielőtt azok meghibásodáshoz vezetnének.

A dolgozatomban tett javaslatok a kezdeti időszakban egyes esetekben beruházásokkal járna. A felsorolt különböző állapotfelügyeleti rendszer kialakításának költsége az alkalmazott rendszertől függően változhat. Nyomásérzékelők, elektromos rendszert felügyelő érzékelők, hőkamera vagy hőérzékelő szenzorok alkalmazása nagymértékben segítené a kezelőszemélyzet feladatellátását. Ezen állapotfigyelő rendszerek telepítése, valamint a már rendelkezésre álló távfelügyeleti rendszerre történő integrálása azonnali beavatkozásra ad lehetőséget a kezelőszemélyzet részére. Az időbeni beavatkozás az egyes rendszerelemek esetében azok élettartamát hosszabbíthatják meg, amely számszerűsíthető, azonban egy katasztrófa esetében nem mérhető gazdasági mértékben.

## 8. Nyilatkozatok

### 8.1. Nyilatkozat a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

#### NYILATKOZAT

a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió<sup>1</sup> nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Kocsis Mátyás

A Hallgató Neptun kódja: DOV0I1

A dolgozat címe: Karbantartási stratégiák a Magyar Honvédség légierős alakulatainak üzemanyag telepein

A megjelenés éve: 2024

A tanszék neve: Anyagtudományi, és Gépipari Folyamatok

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió<sup>2</sup> egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, s az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

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

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

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

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

Kelt: 2024.10.25.

  
Hallgató aláírása

<sup>1</sup> A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

<sup>2</sup> A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

## 8.2. Nyilatkozat



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

### NYILATKOZAT

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

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

Kelt: 2024.10.25.

  
Hallgató

### NYILATKOZAT

A dolgozat készítőjének konzulense nyilatkozom arról, hogy a Záródolgozatot/Szakdolgozatot/Diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A Záródolgozatot/Szakdolgozatot/Diplomadolgozatot záróvizsgán történő védelemre javaslom / nem javaslom\*.

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

Kelt: 2024 év 10 hó 25 nap

  
Belső konzulens

\*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!

### 8.3. Konzultációs nyilatkozat

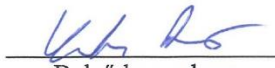
#### KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

A Kocsis Mátyás (DOV011) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot<sup>1</sup> 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 javaslom<sup>2</sup>.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem\*<sup>3</sup>

Kelt: 1 2024 év 10 hó 25 nap

  
Belső konzulens

<sup>1</sup> A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

<sup>2</sup> A megfelelő aláhúzendő.

<sup>3</sup> A megfelelő aláhúzendő.

## 9. Irodalomjegyzék

- [1] M. Honvédség, „Honvédelem.Hu,” Magyar Honvédség, 21 12 2022. [Online]. Available: <https://honvedelem.hu/alakulat/magyar-honvedseg-kiss-jozsef-86-helikopterbandar.html>. [Hozzáférés dátuma: 27 09 2024].
- [2] M. Honvédség, „Honvédelem.Hu,” Magyar Honvédség, 21 12 2022. [Online]. Available: <https://honvedelem.hu/alakulat/magyar-honvedseg-vitez-szentgyorgyi-dezso-101-repulodandar.html>. [Hozzáférés dátuma: 27 09 2024].
- [3] M. Honvédség, „Honvédelem.Hu,” Magyar Honvédség, 21 12 2022. [Online]. Available: <https://honvedelem.hu/alakulat/magyar-honvedseg-47-bazisrepuloter.html>. [Hozzáférés dátuma: 27 09 2024].
- [4] S. O. D. A. R. J. K. D. A.-K. Mohamed Ben-Daya, *Handbook of Maintenance Management*, London: Springer-Verlag London Limited, 2009.
- [5] M. S. Testület, *MSZ EN 60079-17*, Budapest: Magyar Szabványügyi Testület, 1999.
- [6] M. S. Testület, *MSZ EN 13636:2005; Földbe temetett tartályok és a kapcsolódó*, Budapest: Magyar Szabványügyi Testület, 2005.
- [7] R. S. Bruce Hawkins, *Lean Maintenance: Reduce Costs, Improve Quality, and Increase Market Share*, Elsevier, 2004.
- [8] A. Kelly, *Strategic Maintenance Planning*, Butterworth-Heinemann Inc., 2006.
- [9] I. O. f. Standardization, *ISO 55000:2024*, International Organization for Standardization, 2024.
- [10] M. S. Testület, *MSZ EN 12732 Gázellátó rendszerek. Acélcsövek hegesztése*, Budapest: Magyar Szabványügyi Testület, 2008.
- [11] R. K. Mobley, *An introduction to predictive maintenance*, USA: Butterworth-Heinemann, 2002.
- [12] A. Turki, *CMMS Implementation and Benefits*, Emerald Publishing, 2014.

- [13] T. Wireman, *Developing Performance Indicators for Managing Maintenance*, Industrial Press Inc., 2010.
- [14] A. P. Institute, *API 653: Tank Inspection, Repair, Alteration, and Reconstruction*, American Petroleum Institute, 2014.
- [15] A. Tsang, „A strategic approach to managing maintenance performance,” *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, %1. kötet4, %1. szám2, pp. 87-94, 1998.
- [16] M. A. ↑. Jay Lee, „A blockchain enabled Cyber-Physical System architecture for Industry 4.0 manufacturing systems,” *Manufacturing Letters*, %1. kötet20, pp. 34-39, 2019.
- [17] S. INTERNATIONAL, *ISO 14001 Environmental management systems — Requirements with guidance for use*, Switzerland: ISO, 2015.
- [18] M. Rao, *When to Use Which Maintenance Strategy: A Decision-Maker's Guide*, facilio.com, 2023.
- [19] V. Narayan, *Effective maintenance management*, USA: Industrial Press Inc., 2004.
- [20] P. B.S. Dhillon, *Engineering maintenance: A modern approach*, USA: CRC Press, 2002.
- [21] R. S. V. T. Dhingra, „Maintenance strategy selection and its impact in maintenance function,” [www.emeraldinsight.com/0144-3577.htm](http://www.emeraldinsight.com/0144-3577.htm), %1. kötet35, %1. szám12, pp. 1622-1661, 2015.
- [22] D. F. L. G. J. K. P. Ráthy Istvánné, *Karbantartás és gépjavítás*, Debrecen: Debreceni Egyetem Műszaki Kar, 2015.
- [23] M. & H. A. Rausand, *System Reliability Theory: Models, Statistical Methods, and Applications*, John Wiley & Sons Inc., 2021.
- [24] I. STANDARD, *ISO 14224 Petroleum, petrochemical and natural gas industries — Collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment*, Switzerland: ISO, 2006.

- 
- [25] „delta3N,” Delta-3N Kft., [Online]. Available: <http://www.delta3n.hu/hu/content/2-karbantartasi-strategiak-fejlolese>. [Hozzáférés dátuma: 25 06 2024].
- [26] D.-3. Kft., „Az állapotfüggő karbantartási stratégia,” Delta-3N Kft, [Online]. Available: <http://www.delta3n.hu/hu/content/7-pdm-allapotfueggo-karbantartas>. [Hozzáférés dátuma: 12 08 2024].
- [27] A. H. T. Andrew K.S. Jardine, Maintenance, Replacement, and Reliability, CRC Press, 2013.
- [28] D. T. L. H. T. I. J. Lenkeyné dr. Biró Gyöngyvér, *A kockázat alapú felülvizsgálati karbantartási stratégia alkalmazása statikus készülékek állapot-felügyeleti rendszerénél*, Budapest: MOL Nyrt., 2004.
- [29] J. Moubray, Reliability-Centered Maintenance, Industrial Press Inc., 1997.
- [30] M. I. 50(191):1992, *MSZ IEC 50(191):1992, 191. kötet: Megbízhatóság és a szolgáltatás minősége*, Budapest: IEC, 1993.
- [31] D. K. Gábor, *Kenéstechnika és a karbantartás*, Gödöllő: MATE, 2023.
- [32] S. Z. Halim, „Towards a causal model from pipeline incident data analysis,” *Elsevier*, %1. kötet143, pp. 348-360, 2020.
- [33] D. 3. Kft., „Delta 3N Kft.,” Delta-3N Kft., [Online]. Available: <http://www.delta3n.hu/hu/content/6-kockazat-alapu-karbantartas>. [Hozzáférés dátuma: 25 06 2024].
- [34] R. Eric, „Állapotfüggő gépkarbantartás alapgondolatai,” *Professzionális Ipari Méréstechnika*, [Online]. Available: <https://pim-kft.hu/szakmai-segitseg/publikaciok/allapotfuggo-gepkarbantartas-alapgondolatai-fizikai-alapjai-elерheto-technologiak-ismertetese/>. [Hozzáférés dátuma: 21 08 2024].
- [35] S. S. Tóth László, „Kockázat alapú karbantartási stratégiák, európai törekvések: RIMAP,” *Anyagvizsgálók lapja*, %1. kötet12, %1. szám1, pp. 3-5, 2002.

- [36] J. Chan, „Replacement Asset Value (RAV),” Limble, 2024. [Online]. Available: <https://limblecmms.com/metrics/replacement-asset-value/>. [Hozzáférés dátuma: 30 08 2024].
- [37] E. Elisabeth, „ Basics of rotary encoders: Overview and new technologies,” *Machine Design Magazine*, pp. 32-38., 2014.
- [38] I. 14224:2016, *Petroleum, petrochemical and natural gas industries — Collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment*, ISO, 2016.

## **10. Mellékletek jegyzéke**

1. sz. melléklet: Üzemanyag telepek egyes rendszerelemeinek kockázati besorolása



## **Mellékletek**

## Üzemanyag telepek egyes rendszerelemeinek kockázati besorolása

| Fsz. | Üzemanyag telepeken található elemek, berendezések megnevezése      | Kockázati<br>Valószínűség | Kockázati<br>következmény | Kockázati besorolás |                            |
|------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------|----------------------------|
| 1.   | API TODO 4" FC+FB                                                   | 3                         | 4                         | 12                  | Nemkívánatos               |
| 2.   | API TODO 4" MC+MB                                                   | 3                         | 4                         | 12                  | Nemkívánatos               |
| 3.   | Áraltáskapcsoló EARL SCHALTER TYP 177                               | 3                         | 4                         | 12                  | Nemkívánatos               |
| 4.   | ARI biztonsági szelep PN 10                                         | 3                         | 4                         | 12                  | Nemkívánatos               |
| 5.   | ARI biztonsági szelep PN 40 DN125                                   | 2                         | 3                         | 6                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 6.   | Átfolyásmérő egység (1-es telep)                                    | 2                         | 2                         | 4                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 7.   | Átfolyásmérő egység (2-es telep)                                    | 3                         | 4                         | 12                  | Nemkívánatos               |
| 8.   | Átfolyásmérőegység a kimérőszerkezettel és a jeladóval (1-es telep) | 3                         | 4                         | 12                  | Nemkívánatos               |
| 9.   | Átfolyásmérőegység a kimérőszerkezettel és a jeladóval (2-es telep) | 2                         | 4                         | 8                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 10.  | Átfolyt mennyiség jelgenerátor (1-es telep)                         | 3                         | 4                         | 12                  | Nemkívánatos               |
| 11.  | Átfolyt mennyiség jelgenerátor (2-es telep)                         | 2                         | 2                         | 4                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 12.  | Átfolyt mennyiség kijelző és jelgenerátor                           | 2                         | 3                         | 6                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 13.  | Be/kitároló tér olajzáró bevonata                                   | 2                         | 3                         | 6                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 14.  | Belépőrácsok; híd; lépcső, korlát                                   | 1                         | 2                         | 2                   | Elfogadható                |
| 15.  | Biztonsági korlát és lépcső, hidraulikus mozgatórendszer            | 3                         | 3                         | 9                   | Nemkívánatos               |
| 16.  | Biztonsági szelep ARI                                               | 3                         | 5                         | 15                  | Elfogadhatatlan            |
| 17.  | Búvónyílás ház                                                      | 2                         | 2                         | 4                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 18.  | CAMLOCK csatlakozó DN32                                             | 2                         | 2                         | 4                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 19.  | COELBO Kézi tűzjelzésadó + kalapács (EFD 1/EI)                      | 2                         | 3                         | 6                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 20.  | Csővezeték katódos korrózióvédő rendszer                            | 2                         | 3                         | 6                   | Bizonyos fokig elfogadható |

| Fsz. | Üzemanyag telepeken található elemek, berendezések megnevezése | Kockázati<br>Valószínűség | Kockázati<br>következmény | Kockázati besorolás |                            |
|------|----------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------|----------------------------|
| 21.  | Csővezeték tartó, szerelvénytartó bakok                        | 1                         | 2                         | 2                   | Elfogadható                |
| 22.  | Csővezeték tartó, szerelvénytartó bakok, fémlépcsők, létrák    | 1                         | 2                         | 2                   | Elfogadható                |
| 23.  | Csővezeték tartó, szerelvénytartó bakok, függesztő elemek      | 1                         | 2                         | 2                   | Elfogadható                |
| 24.  | Csővezeték tartó, szerelvénytartó bakok, kábelcsatornák        | 1                         | 2                         | 2                   | Elfogadható                |
| 25.  | Differenciálmanométer beállító tolózárak                       | 2                         | 2                         | 4                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 26.  | Differenciálmanométer kijelző                                  | 2                         | 2                         | 4                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 27.  | DN100 karimás csatlakozó tömítés                               | 3                         | 3                         | 9                   | Nemkívánatos               |
| 28.  | DN100 karimás csatlakozó tömítés, (Dómfedél)                   | 3                         | 3                         | 9                   | Nemkívánatos               |
| 29.  | DN100 légzőcső                                                 | 2                         | 3                         | 6                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 30.  | DN100 tömlő 4fm                                                | 2                         | 2                         | 4                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 31.  | DN150 karimás csatlakozó tömítés (1-es telep)                  | 3                         | 3                         | 9                   | Nemkívánatos               |
| 32.  | DN150 karimás csatlakozó tömítés (2-es telep)                  | 3                         | 3                         | 9                   | Nemkívánatos               |
| 33.  | DN200 karimás csatlakozó tömítés                               | 3                         | 3                         | 9                   | Nemkívánatos               |
| 34.  | DN25 karimás csatlakozó tömítés                                | 3                         | 3                         | 9                   | Nemkívánatos               |
| 35.  | DN300 karimás csatlakozó tömítés,                              | 3                         | 3                         | 9                   | Nemkívánatos               |
| 36.  | DN40 karimás csatlakozó tömítés                                | 3                         | 3                         | 9                   | Nemkívánatos               |
| 37.  | DN400 karimás csatlakozó tömítés,                              | 3                         | 3                         | 9                   | Nemkívánatos               |
| 38.  | DN50 karimás csatlakozó tömítés                                | 3                         | 3                         | 9                   | Nemkívánatos               |
| 39.  | DN60 karimás csatlakozó tömítés                                | 3                         | 3                         | 9                   | Nemkívánatos               |
| 40.  | DN75 karimás csatlakozó tömítés                                | 3                         | 3                         | 9                   | Nemkívánatos               |
| 41.  | DN80 karimás csatlakozó tömítés                                | 3                         | 3                         | 9                   | Nemkívánatos               |
| 42.  | DN800 Dómfedél tömítés (szerelv.h.;Szellőzőház;körfoly)        | 3                         | 3                         | 9                   | Nemkívánatos               |
| 43.  | Durvaszűrő betét                                               | 2                         | 3                         | 6                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 44.  | Durvaszűrő betét 3000 mikron                                   | 2                         | 3                         | 6                   | Bizonyos fokig elfogadható |

| Fsz. | Üzemanyag telepeken található elemek, berendezések megnevezése | Kockázati<br>Valószínűség | Kockázati<br>következmény | Kockázati besorolás |                            |
|------|----------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------|----------------------------|
| 45.  | Durvaszűrő Differenciálmanométer                               | 3                         | 3                         | 9                   | Nemkívánatos               |
| 46.  | Durvaszűrő DN100 PN10 N9.21-4                                  | 2                         | 4                         | 8                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 47.  | Durvaszűrő DN150                                               | 2                         | 4                         | 8                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 48.  | Durvaszűrő DN150 (szivattyú)                                   | 2                         | 4                         | 8                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 49.  | Durvaszűrő DN25                                                | 2                         | 3                         | 6                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 50.  | Durvaszűrőbetét (szivattyú)                                    | 2                         | 2                         | 4                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 51.  | Durvaszűrőház                                                  | 2                         | 3                         | 6                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 52.  | Elaflex TW DN100 MB                                            | 2                         | 2                         | 4                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 53.  | Elaflex TW DN100 MK                                            | 2                         | 2                         | 4                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 54.  | Elaflex TW DN100 VB                                            | 2                         | 2                         | 4                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 55.  | Elaflex TW DN100 VK                                            | 2                         | 2                         | 4                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 56.  | Elaflex TW DN100 VK+VB                                         | 2                         | 3                         | 6                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 57.  | Elhúzzható ajtók                                               | 1                         | 2                         | 2                   | Elfogadható                |
| 58.  | Feliratok, táblák                                              | 2                         | 2                         | 4                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 59.  | Fényjelzés                                                     | 3                         | 3                         | 9                   | Nemkívánatos               |
| 60.  | Feszítőszűnyeg mérőszalag                                      | 2                         | 2                         | 4                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 61.  | Figyelő üveg DN 25                                             | 1                         | 2                         | 2                   | Elfogadható                |
| 62.  | Figyelő üveg DN 50                                             | 1                         | 2                         | 2                   | Elfogadható                |
| 63.  | Figyelőüveg DN100 PN16                                         | 1                         | 1                         | 1                   | Elfogadható                |
| 64.  | Figyelőüveg DN50 PN16                                          | 1                         | 1                         | 1                   | Elfogadható                |
| 65.  | Gázérzékelő (körfolyosó)                                       | 3                         | 3                         | 9                   | Nemkívánatos               |
| 66.  | Gázérzékelő (SENS-Ex TG/A-S-CHX-S)                             | 2                         | 3                         | 6                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 67.  | Gázérzékelő készülék SENS-EX C/D2-S-U                          | 2                         | 3                         | 6                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 68.  | Golyóscsap ½"                                                  | 2                         | 2                         | 4                   | Bizonyos fokig elfogadható |

| Fsz. | Üzemanyag telepeken található elemek, berendezések megnevezése | Kockázati<br>Valószínűség | Kockázati<br>következmény | Kockázati besorolás |                            |
|------|----------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------|----------------------------|
| 69.  | Golyóscsap 1"                                                  | 2                         | 2                         | 4                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 70.  | Golyóscsap DN 25                                               | 2                         | 3                         | 6                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 71.  | Golyóscsap DN 50                                               | 2                         | 3                         | 6                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 72.  | Golyóscsap DN100                                               | 2                         | 4                         | 8                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 73.  | Golyóscsap DN150                                               | 2                         | 4                         | 8                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 74.  | Golyóscsap DN150 (elzáró szerelvény)                           | 2                         | 4                         | 8                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 75.  | Golyóscsap DN25                                                | 2                         | 4                         | 8                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 76.  | Golyóscsap DN32                                                | 2                         | 2                         | 4                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 77.  | Golyóscsap DN50                                                | 2                         | 4                         | 8                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 78.  | Golyóscsap DN60 (Fenékürítő)                                   | 2                         | 4                         | 8                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 79.  | Golyóscsap DN80                                                | 2                         | 4                         | 8                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 80.  | Golyóscsap DN80 három utas                                     | 2                         | 4                         | 8                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 81.  | Golyóscsapnyitó ház                                            | 2                         | 2                         | 4                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 82.  | Golyóscsapok DN25                                              | 2                         | 2                         | 4                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 83.  | Gumikompenzátor DN100 PN16                                     | 2                         | 3                         | 6                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 84.  | Hőmérő                                                         | 2                         | 2                         | 4                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 85.  | Ionizációs érzékelő (1151 EIS)                                 | 2                         | 3                         | 6                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 86.  | Ionizációs füstérzékelő (1151EIS)                              | 3                         | 3                         | 9                   | Nemkívánatos               |
| 87.  | Jegesedésgátló adalékanyag havi tartály (5 m3)                 | 1                         | 2                         | 2                   | Elfogadható                |
| 88.  | Jegesedésgátló adalékanyag napitartály (600 liter)             | 2                         | 2                         | 4                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 89.  | Jeladók összessége, tartályszintmérő szonda                    | 2                         | 4                         | 8                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 90.  | Jeladók, jelfeldolgozók együttese                              | 2                         | 5                         | 10                  | Nemkívánatos               |
| 91.  | Kapcsolók, vészleállítók stb. (1-es telep)                     | 3                         | 4                         | 12                  | Nemkívánatos               |
| 92.  | Kapcsolók, vészleállítók stb. (2-as telep)                     | 2                         | 4                         | 8                   | Bizonyos fokig elfogadható |

| Fsz. | Üzemanyag telepeken található elemek, berendezések megnevezése | Kockázati<br>Valószínűség | Kockázati<br>következmény | Kockázati besorolás |                            |
|------|----------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------|----------------------------|
| 93.  | Kapcsolók, vészleállítók tápegységek stb. (3-as telep)         | 2                         | 4                         | 8                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 94.  | Kapcsolók, vészleállítók, tápegységek stb. (4-es telep)        | 3                         | 4                         | 12                  | Nemkívánatos               |
| 95.  | Kézi jelzésadó (BG14ADPE)                                      | 3                         | 3                         | 9                   | Nemkívánatos               |
| 96.  | Kézi jelzésadó (TŰZ) (WR7/3072)                                | 2                         | 3                         | 6                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 97.  | Kombinált hang és fényjelző (Flashni FLRLRS)                   | 3                         | 3                         | 9                   | Nemkívánatos               |
| 98.  | Kombinált optikai füst és hőérzékelő (2251TEM)                 | 2                         | 3                         | 6                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 99.  | Koppáscsökkentő adaléktartály 60 liter                         | 2                         | 4                         | 8                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 100. | Körfolyosó olajzáró bevonata                                   | 2                         | 3                         | 6                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 101. | Közeggel működtetett szabályozó szelep (1-es telep)            | 2                         | 4                         | 8                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 102. | Közeggel működtetett szabályozó szelep (2-es telep)            | 2                         | 5                         | 10                  | Nemkívánatos               |
| 103. | Közeggel működtetett szabályozó szelep (1-es telep)            | 2                         | 4                         | 8                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 104. | Közeggel működtetett szabályozó szelep (3-as telep)            | 3                         | 5                         | 15                  | Elfogadhatatlan            |
| 105. | Közeggel működtetett szabályozó szelep (4-es telep)            | 2                         | 5                         | 10                  | Nemkívánatos               |
| 106. | Közeggel működtetett szerelvény                                | 2                         | 5                         | 10                  | Nemkívánatos               |
| 107. | Kültéri hang és fényjelző berendezés                           | 3                         | 3                         | 9                   | Nemkívánatos               |
| 108. | Kültéri hang és fényjelző berendezés (Flashni FLRLRS)          | 2                         | 3                         | 6                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 109. | Légtelenítő golyóscsap                                         | 2                         | 3                         | 6                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 110. | Légzőcső szerelvény ház                                        | 2                         | 2                         | 4                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 111. | Légzőpipa DN50                                                 | 1                         | 3                         | 3                   | Elfogadható                |
| 112. | Mérőléc                                                        | 1                         | 2                         | 2                   | Elfogadható                |
| 113. | Mintavevő/mérő cső, karimás csatl.;menetes zárókupak DN100     | 2                         | 2                         | 4                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 114. | Nyomásmérő óra (0-25BAR) kijelző 16 cm                         | 2                         | 3                         | 6                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 115. | Nyomásmérő óra egység (0-16 BAR) 6 cm-es kijelző               | 2                         | 3                         | 6                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 116. | Nyomásmérő óra egység (0-16 BAR) 6 cm-es kijelző               | 3                         | 3                         | 9                   | Nemkívánatos               |

| Fsz. | Üzemanyag telepeken található elemek, berendezések megnevezése             | Kockázati<br>Valószínűség | Kockázati<br>következmény | Kockázati besorolás |                            |
|------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------|----------------------------|
| 117. | Nyomásmérő óra egység (0-25BAR) 16 cm kijelző                              | 2                         | 3                         | 6                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 118. | Nyomásmérő óra egység (0-25BAR) kijelző 16 cm                              | 3                         | 3                         | 9                   | Nemkívánatos               |
| 119. | Nyomásszabályzó szelep (DHV-RM 0,5-10 b)                                   | 3                         | 3                         | 9                   | Nemkívánatos               |
| 120. | Nyomásszabályzó szelep (DHV-S-DL 1-10 b)                                   | 2                         | 3                         | 6                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 121. | OMRON Elektronikus ajtó végállás kapcsolók (D4B-1181N)                     | 2                         | 3                         | 6                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 122. | Optikai füstérzékelő (2251 E)                                              | 3                         | 3                         | 9                   | Nemkívánatos               |
| 123. | Pantográf (MEYERINCK C.3.1.2.-B2.2)                                        | 2                         | 2                         | 4                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 124. | Pantográf (MEYERINCK VSM5/SS                                               | 2                         | 3                         | 6                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 125. | PROTEGO Lángzár (DR/UW 100)                                                | 2                         | 2                         | 4                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 126. | PROTEGO Lángzár (DR/UW 50)                                                 | 2                         | 2                         | 4                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 127. | Robbanászár                                                                | 2                         | 3                         | 6                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 128. | Segédenergiával működtetett elzárócsap (1-es telep, 2-es telep)            | 2                         | 3                         | 6                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 129. | Segédenergiával működtetett elzárócsap (3-as telep)                        | 2                         | 3                         | 6                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 130. | SIEMENS intelligens tűzjelző központ                                       | 2                         | 3                         | 6                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 131. | SIEMENS Optikai lángérzékelő                                               | 3                         | 3                         | 9                   | Nemkívánatos               |
| 132. | Szellőztető rendszer (Ventilátor (körfolyosó), elszívó csatorna)           | 2                         | 3                         | 6                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 133. | Szellőztetőrendszer (HELIOS robbanásbiztos ventilátor, szellőzőalagút)     | 2                         | 3                         | 6                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 134. | Szellőztetőrendszer (HELIOS robbanásbiztos ventilátorok, szellőzőalagutak) | 2                         | 2                         | 4                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 135. | Szerelvényház                                                              | 2                         | 2                         | 4                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 136. | Szerelvényház                                                              | 1                         | 2                         | 2                   | Elfogadható                |
| 137. | Szintjeladó (dómfedél) Automatikus tartálysztintmérő szonda                | 3                         | 3                         | 9                   | Nemkívánatos               |
| 138. | Sziréna                                                                    | 3                         | 3                         | 9                   | Nemkívánatos               |
| 139. | Szivárgásérzékelő                                                          | 2                         | 4                         | 8                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 140. | Szivárgásérzékelő (körfolyosó)                                             | 2                         | 4                         | 8                   | Bizonyos fokig elfogadható |

| Fsz. | Üzemanyag telepeken található elemek, berendezések megnevezése | Kockázati<br>Valószínűség | Kockázati<br>következmény | Kockázati besorolás |                            |
|------|----------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------|----------------------------|
| 141. | Szivattyúegység (1-es telep)                                   | 2                         | 4                         | 8                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 142. | Szivattyúegység (1-es telep)                                   | 3                         | 4                         | 12                  | Nemkívánatos               |
| 143. | Szivattyúegység (2-es telep)                                   | 3                         | 4                         | 12                  | Nemkívánatos               |
| 144. | Szivattyúegység (2-es telep)                                   | 2                         | 4                         | 8                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 145. | Szivattyúegység (3-as telep)                                   | 3                         | 4                         | 12                  | Nemkívánatos               |
| 146. | Szűrőbetétek                                                   | 3                         | 4                         | 12                  | Nemkívánatos               |
| 147. | Szűrőegység (HYDAC PFL)                                        | 3                         | 5                         | 15                  | Elfogadhatatlan            |
| 148. | Szűrőegység (HYDAC)                                            | 3                         | 5                         | 15                  | Elfogadhatatlan            |
| 149. | Tartálykocsi túltöltésgátló rendszer együttes                  | 3                         | 3                         | 9                   | Nemkívánatos               |
| 150. | Tolózár DN100                                                  | 2                         | 4                         | 8                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 151. | Tolózár DN150                                                  | 2                         | 4                         | 8                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 152. | Tolózár DN200                                                  | 2                         | 4                         | 8                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 153. | Túltöltésgátló (dómfedél)                                      | 2                         | 3                         | 6                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 154. | Túltöltésgátló                                                 | 2                         | 3                         | 6                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 155. | Turbinás átfolyásmérő egység (kimérő szerkezet)                | 2                         | 3                         | 6                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 156. | Visszacsapó DN125                                              | 2                         | 4                         | 8                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 157. | Visszacsapó szelep DN 32                                       | 2                         | 3                         | 6                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 158. | Visszacsapó szelep DN100                                       | 2                         | 3                         | 6                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 159. | Vízleválasztó betétek                                          | 3                         | 4                         | 12                  | Nemkívánatos               |
| 160. | Vízleválasztó és finomszűrőház                                 | 2                         | 4                         | 8                   | Bizonyos fokig elfogadható |
| 161. | Zsomp víz szintmutató üveg zárószelvények                      | 3                         | 3                         | 9                   | Nemkívánatos               |
| 162. | Zsomp vízjelző úszó                                            | 3                         | 3                         | 9                   | Nemkívánatos               |
| 163. | Zsomp, víz szintmutató üveg                                    | 3                         | 3                         | 9                   | Nemkívánatos               |