

**VERSENY A VERSENYKÉPESSÉGÉRT:
A KARBANTARTÁS
A TUDÁS, AZ IDŐ, A PÉNZ ÉS
A VÍRUS SZORÍTÁSÁBAN**

**TUDOMÁNYOS ÉS SZAKMAI GYŰLÉS
KIADVÁNYA**



2020. szeptember 28.

Veszprém

Szerkesztő:

Szentes Balázs – Dr. Bognár Ferenc

Lektorálta:

Dr. Gaál Zoltán

ISBN: 978-963-396-151-3 (print)

ISBN: 978-963-396-152-0 (pdf)

Kiadó: Pannon Egyetem, Gazdaságtudományi Kar

TARTALOM

Prof. Dr. habil Bencsik Andrea:

A tudás megbízhatósága és/vagy a megbízhatóság tudása – kérdések válaszok nélkül5

Páll István Zoltán:

Új trendek a karbantartás teljesítményértékelésében 19

Vajna Zoltán:

„Hódító” vagy „Kalandor”? Új fogalmak a karbantartás-érettség mérésére.....29

Dr. Bognár Ferenc - Strelitz Andrea:

Kísérlet a karbantartási stratégiák fogalmi rendszerezésére47

Dr. Csizmadia Tibor - Dr. Ködmönné Pethő Henrietta:

Válsághelyzet – fókuszban a munkavállalók – megoldás a MEBIR (MSZ ISO 45001)61

Dr. Benedek Petra:

A megfelelés vizsgálata a felsőoktatásban 71

Tasner Dóra - Nagy Andrea Magda - Dr. Kovács Zoltán:

Karbantartás Ipar 4.0 környezetben 79

Kovács Viktor - Petró Máté Mihály :

Relatív nagy sebességgel mozgó tárgyak FPGA áramkörrel támogatott valósídejű helymeghatározása a karbantartásban91

Dr. Bognár Ferenc - Szentés Balázs - Strelitz Andrea:

A szervezeti kultúra diagnosztizálásának lehetősége karbantartó szervezetekben 101

Körtélyesi Róbert - Sóti Csaba:

PRAKTIKÁK AZ OLAJIPARI KARBANTARTÁSBAN 12, avagy „Ne dobjuk ki, ami még fémszórható.” 115

Kovács Viktor - Thin Martin:

Beltéri pozíció meghatározás optikai markerekkel 119

Takács Lőrinc:

A LOCTITE költséghatékony megoldásai az ipari szivattyúk javítása és felújítása területén – Hogyan kerülhetőek el az ipari szivattyúkatasztrófák? Hogyan érhető el a hosszú élettartamú működtetés?..... 133

A tudás megbízhatósága és/vagy a megbízhatóság tudása – kérdések válaszok nélkül

Prof. Dr. habil Bencsik Andrea egyetemi tanár, Pannon Egyetem

1. Absztrakt

A naponta ránk zúduló információáradatban nehéz eligazodni, és megkülönböztetni a hiteles információkat a megbízhatatlan vélekedésektől. A kérdés, felismerjük-e a helyes döntések alapjául szolgáló megbízható tudás határait? Különösen fontos ez a kérdés, ha a technika megállíthatatlan fejlődése által megkövetelt ember-gép szimbiózist tesszük mérlegre. A tanulmány célja olyan kérdések felvetése, mely gondolkodásra készíti az olvasót. Elméleti és gyakorlati szakemberek egyaránt motivációt érezhetnek megválaszolni azokat a felvetéseket, melyek talán látens módon megjelennek a mindennapokban, de nem képezik a kutatások fókuszát. A címben megjelenő két fontos, - a versenyképességet meghatározó - tényező kölcsönhatását teszi mérlegre a tanulmány, az ember-ember és ember-gép kapcsolat szemszögéből. A téma természetéből fakadóan elméleti tanulmányról van szó, mely nem célozta gyakorlati vizsgálatokkal igazolni a bizonytalan találgatásokat. A kutatás alapját a nemzetközi szakirodalom legfontosabb gondolatai, publikált eredmények és modellek képezik, hangsúlyt helyezve a tudás és megbízhatóság szervezeti jelentőségére, valamint a két tényező egymást kölcsönösen feltételező hatására.

2. Bevezetés

Az elmúlt időszak technikai megoldásai, mint az IoT, vagy a mesterséges intelligencia (MI), stb. a szervezetekben a legkorszerűbb tudásra, információkra alapozva működhet eredményesen. Ez azt jelenti, hogy a tudás felértékelődése a fejlődéssel párhuzamosan tetten érhető, és a tudás naprakészsége, elérhetősége és használhatósága kritikus tényezők. A műszaki fejlődés tehát elképzelhetetlen megbízható mennyiségű és minőségű információ, tudás nélkül. A címben említett két tényező szimbiózisa önmagáért beszél, vagyis a tudás alapú ember-gép kapcsolat alapozza meg a megbízható működés feltételeit és egyúttal a szervezet sikeres működését. A megbízhatóság elsősorban a műszaki rendszerek és folyamatok, de az üzleti élet szinte minden területén kiemelt jelentőséggel bír, hiszen az emberi biztonság, az anyagi javak megóvása mellett gazdasági következményekkel is járhat egy nem megfelelő megbízhatósággal működő eszköz, rendszer vagy folyamat. A korábbi évek kritikus kérdései a műszaki-technológiai rendszerek megbízhatóságával kapcsolatos kutatások tekintetében éles fordulatot vettek. Háttérbe szorultak a manuális és félautomata vezérléssel működő rendszerek, és az ember szerepe ezzel párhuzamosan hasonlóan komoly változáson ment keresztül. A legkorszerűbb ember-gép rendszerek megbízhatóságának számszerű formában történő kifejezése nem csak a veszélyes üzemekben és iparágakban vált hangsúlyozott kérdéssé, de a kisebb vállalatok versenyképességet befolyásoló tényezőjeként is debütált. Az egyik legutóbbi kutatás szerint a cégek 30%-a nyitott és tett tényleges lépéseket a MI felé, illetve képzni a kollégáit. A jövőre nézve pedig a megkérdezett hazai válaszadók 60%-a szeretné ilyen téren is képezni a munkatársakat (IoT ZÓNA, 2020).

Az ember-gép rendszerek több évtizedes múltjából számos modellt, számítási módszert emlegethetünk fel, (Robert & Casella, 2011; Hunyadi, 2011) melyek bár nagyrészt ma is

megállják helyüket, a technikai fejlődés mégis új gondolkodást és új megoldásokat követel. Az információtechnológia soha nem tapasztalt gyors fejlődése, a mesterséges intelligencia előretörése bár egyre megbízhatóbbá teszi a rendszereket, de a hagyományos, és az új információhordozókon megjelenő információk mennyisége és minősége a háttérben számos - eddig fel nem merült - kérdést vet fel. Rohamosan haladunk egy olyan állapot felé, amikor a felhalmozott információ áttekinthetlenné válik, és az ily módon kialakuló információ-túlterheltség félreértéseket, bizonytalanságot, megbízhatatlanságot eredményez (Gonda, 2020). A kihívást ma már elsősorban nem az információhoz, az ismeretekhez való hozzáférés, hanem a rendelkezésre álló adatok, információ és tudás megbízható feltérképezése, felhasználása és egymással történő megosztása jelenti.

A technikai fejlődés eredménye, hogy a szoftver megbízhatóság már évek óta foglalkoztatja a kutatókat, de megnyugtató számítási módszert nem sikerült még kialakítani. Ez nem véletlen, hiszen az emberi megbízhatósággal kerülünk szembe, mely minden elfogadott számítási módszer ellenére számos nyitott kérdést még ma sem tud kezelni (Schuszter, 2017). Ezek sorát szaporítja jelen tanulmány, mely az ember-gép szimbiózisát a tudás, a tudás menedzselése oldaláról közelítve világít meg további kritikus kérdéseket. A szerző nem vállalkozik a kérdések megválaszolására, azok, a szakemberek számára inkább elgondolkodtató és talán cselekvésre motiváló kezdeményezések.

Természetesen a felvetett kérdések sokasága első olvasatra egyfajta lehetetlen küldetéssé teheti ezt a problémakört, de a cél, hogy a vezetők saját értékítéletük és szervezetük működési paramétereinek ismeretében tudjanak dönteni a legfontosabb megbízhatósági kérdésekkel kapcsolatos intézkedésekről. Reményeim szerint a tanulmány rávilágít néhány olyan kérdésre, mely talán az eddigiekben nem volt a döntéshozók fókuszában. Az összefüggések megértése érdekében rövid szakirodalmi áttekintést adunk az említett két tényező – tudás, megbízhatóság – alapjairól és a kettő kapcsolatáról, felvetve közben azokat a kérdéseket, melyeket ki-ki a saját értékítélete szerint válaszolhat meg.

3. Irodalmi áttekintés

Mivel a tudást tekintjük a technikai fejlődés alapvető követelményének, kiindulási pontként először az ehhez kapcsolódó kérdéseket vesszük sorra. Mivel a tudás elsősorban az emberhez köthető, tőle indul (az egyéb lehetőségeket később tárgyaljuk), a tudást elválaszthatatlan egységben értelmezzük annak birtokosával, az emberrel, ami a vele kapcsolatban lévő műszaki elemet/rendszereket kezeli, irányítja. Együttműködésük a jelen szervezeteiben természetes, de vajon értjük-e, tudjuk-e pontosan, mitől függ a várva várt legmagasabb megbízhatóságú és minőségű működés és kibocsátás? A tudás és megbízhatóság kapcsolatának bemutatása érdekében először külön-külön definiáljuk és értelmezzük szervezeti jelentőségüket, majd a kapcsolat jellemzőit vizsgáljuk meg. A logika végigvezetése során a feltehető kérdéseket a már tudományosan igazolt szakmai megközelítések közé ékelve olvashatják. A tanulmány terjedelmi korlátai nem adnak lehetőséget a teljes körűség követelményeinek kielégítésére, csupán nagyon rövid lényegi elemek kiemelésére van lehetőség.

3.1. Amit a tudásról tudni kell

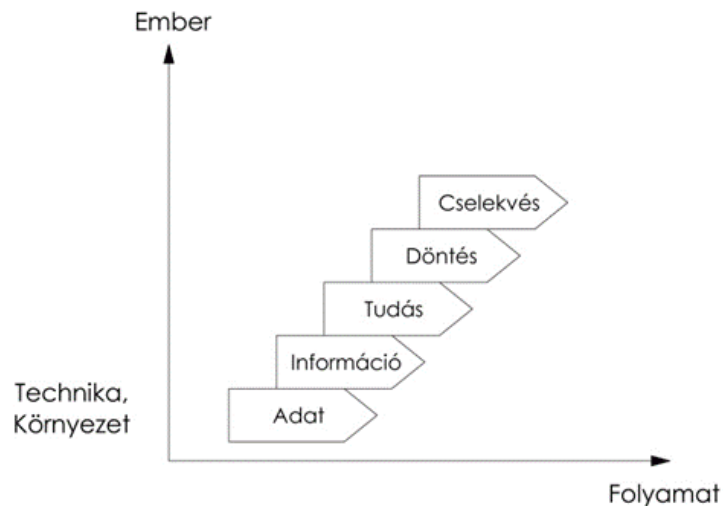
A tudással kapcsolatos fejezet rész esetében a félkövér szavak, mondatok arra utalnak, hogy a jelenlegi gondolkodás alapján (szakirodalom által igazolt), a leírtak az ember jelenléte nélkül nehezen megvalósítható folyamatok, feladatok. A dőlt karakterek a műszaki

berendezésekhez, eszközökhöz (is) köthető jellemzőket testesítik meg. Mindkét értékítéléshez felvetődnek kérdések, melyeket kiemelve, színezéssel láthatnak.

A tudás fogalmát a szakirodalom számos oldalról közelíti, melyből a legkönnyebben értelmezhető a filozófiai és a mindennapi élethez köthető gyakorlati szempontú felfogás.

A filozófiai nézőpont képviselői közül Polányi véleménye (1966) a leginkább közismert, aki szerint a **tudásnak személyes vetülete van. A tudásátadás eredménye függ az átadó és befogadó képességeitől, készségeitől, pszichikai (különösen az érzelmi és értelmi) intelligenciájától, és fizikai adottságaitól, személyes tulajdonságaitól**, ugyanúgy, mint az információk átadásánál. Mivel minden emberben más értelmezést nyer egy átadott információ, a kialakuló tudás sem lesz azonos az átadónál és a befogadónál. Vajon a gépek képesek tudásátadásra vagy csak információ átadásra? Esetükben igaz-e, hogy ugyanaz az információ/tudás más értelmet nyerhet egy-egy ember vagy gép vagy azok kapcsolata esetében?

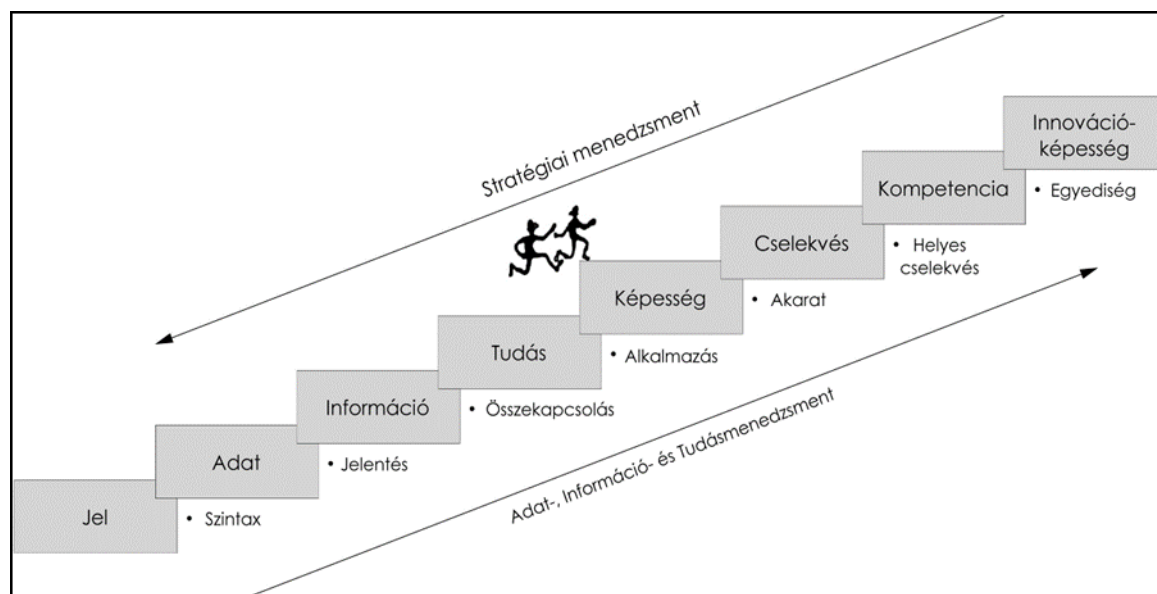
A tudás fogalmának gyakorlati szempontú elmélete az adat és információ fogalmakból indul ki, melyek között fogalmi szinten különbséget kell tennünk. A kapcsolatok egyik legismertebb megjelenítése az 1. ábrán látható.



1. ábra: Az adat – információ - tudás döntéseméleti megközelítése
Forrás: Ackoff, R. (1989)

A fenti összefüggés továbbfejlesztett változataként Ackoff egy piramis formában a csúcsra a **bölcsesség fogalmát** helyezte. Lehet-e egy fejlett gép, eszköz, MI bölcs?

A fenti logikát egy kicsit más megközelítésben láthatjuk a North (1998) által összeállított 2. ábrán. Az összefüggéseknek azért is van jelentősége, mert továbbviszik logikánkat a stratégiai menedzsment mentén a tudásmenedzsment rendszerépítés végső céljának realizálásához. Ez a cél az innovativitás, mely a fenntartható siker feltétele.



2. ábra Tudáslépcső
 Forrás: North, K. (1998)

Tapasztalataink nagymértékben hozzájárulnak tudásunk fejlődéséhez, hiszen „történeti perspektívát nyújtanak újszerű események és helyzetek átgondolásához és megértéséhez” (Davenport & Prusak, 2001). A MI, mint öntanuló rendszer esetében beszélhetünk-e hasonló módon tapasztalatról? Hiszen ha öntanuló, a fejlődés képessége benne van.

A tapasztalat utal mindarra, amit megtettünk, vagy megtörtént velünk a múltban. A tudás ítéletet is tartalmaz. Az öntanuló rendszer képes erre? Ha igen, mit várhatunk az ítélet alkotásától?

A már meglévő tudásunk lehetővé teszi újfajta szituációk és információk megítélését, valamint az újfajta szituációk és információk segítségével a tudás saját magát is felülbírálja, pontosítja. Erre a gépi tanulás során a MI lehetőséget ad. Azonosítható ez az emberi értékítélettel?

Amikor a tudás már nem képes továbbfejlődésre, véleménnyé vagy ítéletté válik. (Davenport & Prusak, 2001) Az emberi értékek és hitek nagymértékben befolyásolják mind az egyéneket, mind a szervezet tudását, mivel a különböző értékrenddel rendelkező egyének adott szituációban másként viselkednek, másként alakítják ki tudásukat. Képes erre a MI is?

A tudás megfoghatatlansága fölötti töprengés érzékeltetése egy Russeltől származó idézet segítségével válik könnyebben érthetővé. „A tudás két okból is homályos fogalom. Egyrészt a szó értelme mindig többé-kevésbé homályos, kivéve a logikában és a tiszta matematikában, másrészt minden tudás többé-kevésbé bizonytalan” (Russell, 1948). Russell azzal foglalkozott, hogy megállapítsa, mi a tudás és mi nem az, és végül definíció helyett így fejezte be: „... minden emberi tudás bizonytalan, pontatlan és részleges. Ennek a doktrínának nem ismerjük semmilyen korlátját” (Russell, 1948). Igaz ez a gépi tudásra is? Lehet pontosabb, biztosabb a gépi tudás?

A tudás az emberi természetben gyökeredzik, s nem más, mint cselekvésre való készség a világról, vagy annak részéről alkotott hiedelmek alapján. Meddig jut el az öntanuló rendszer? A Big Data alapján szert tehet-e olyan mennyiségű, minőségű információra, mely lemásolja ezt az emberi tulajdonságot?

A tudás felfogható egy olyan válaszkészletként, amelyet a világból érkező információkkal újra és újra pontosítunk. (Prange, 2002; Bakacsi, 2010). Ezt a gépek is képesek megtenni?

Nagyon találó az a filozófiai nézőpontot képviselő megállapítás, mely szerint „az ember többet tud annál, mint amit elmondani képes” (Polányi, 1996). Az öntanuló rendszerek esetében hasonló problémák merülnek fel. Ember esetében ezt tacit tudásnak nevezzük. Akkor ez alapján mondhatjuk-e, hogy a gépnek van tacit tudása?

Az információnak tudássá való átalakításában minden munkát az ember végez. Mondhatjuk-e hogy a MI információból tudást produkál?

A tudást azért tartjuk különösen értékesnek, mert az adatnál és információnál közelebb esik a cselekedethez. A szervezet sikere vagy kudarca gyakran pontosan azon múlik, hogy tudjuk-e, melyikre van szükségünk, illetve melyikkel rendelkezünk már, melyikkel mit tehetünk. **A tudás tapasztalatokon keresztül fejlődik, amelyeket tanulmányaink során könyvekből, mentoraink által és informális tanulással szerzünk be.** Az MI esetében mit nevezünk tapasztalatnak? Felismerve az azonos motívumokat, és kapcsolatokat teremtve a régi és új tapasztalások, a korábbi és jelenbeli történések között. A tudás „gyakorlati igazsággal” bír, ami azt jelenti: tudjuk, mi működik a való világban és mi nem, ez pedig a tudásnak azt a jellegzetességét tükrözi, hogy képes a dolgok összetettségének kezelésére. A tudás nem merev struktúra, komplex módon képes összetett jelenségekkel foglalkozni, képes a meglévő ismeretek alapján az újfajta szituációkat minősíteni, továbbá saját magát is felülbírálni, pontosítani. Ezt a MI is megteszi? A tudás automatizmusokon keresztül működik: a cselekvésre vonatkozó rugalmas irányelvek alapján, melyek kísérleteken, hibákon, hosszú évek tapasztalatain és megfigyeléseken keresztül fejlődtek ki (Maturana & Varela, 1998). Ez igaz a MI-re is?

A tudás a gyakorlati vagy intellektuális jellegű tevékenységek szabályának teljes rendszerét jelenti, mások tetteinek fényében saját eljárási szabályaink felülvizsgálatának és módosításának képességét.

Jól látható, hogy a tudás komplex, összetett dolog, melyet igen nehéz definiálni, és a szakirodalom nem ismer egyetlen mindenki által elfogadott terminológiát. Ezek közül az egyik megfogalmazás szerint „a tudás magában foglalja a vezetők informáltságát, tapasztalatait, szakértelmét, áttekintő és analitikus képességét, intelligenciáját, értékrendjét, döntési és cselekvési mintáit, intuícióit, attitűdjeit, reflexeit és még jó néhány dolgot. A tudást nehéz explicitté tenni, rögzíteni és továbbadni.” **Azaz a tudás tapasztalattal, ítélettel, intuícióval, értékkel felruházott információ** (Bögel, 2005). Ez a definíció alapján ezt mégiscsak az ember képes produkálni, a MI nem. Akkor melyik az igaz? A fentiek vagy az ebben foglaltak?

A tudás definícióinak teljes körű ismertetése nem célja a tanulmánynak. A továbbiakban a legelterjedtebb megközelítést hangsúlyozva adunk áttekintést a tudás két nagy csoportjáról, az explicit és implicit tudásról. (Sveiby, 2001; Nonaka et al, 1996)

Explicit – implicit tudás:

Az explicit tudás rendszerezhető, rögzíthető, formalizálható, mások számára könnyen megfogalmazható, átadható pl.: jelentések, könyvek által. Az explicit tudás a tények ismeretét foglalja magában, melyeket elsősorban információkon keresztül sajátítunk el. Ez kétségtelenül a gépek sajátja is lehet.

Az implicit tudás az egyén tapasztalataira, cselekedni tudására (know-how) épülő tudás. Leginkább az egyén személyes kapcsolatait, hosszú évek alatt megszerzett szaktudását takarja. A fejekben meglévő, nem strukturált tudást nem lehet megfogalmazni, csak megfigyeléssel,

gyakorlással szerezhető meg. Sok esetben azért marad ez a tudás passzív, mert meg sem próbáljuk felszínre hozni. A tudásunknak ezt a részét más terminológiával tacit tudásnak nevezik. A fentiekben már felvetődött a kérdés, van-e a MI-nak tacit tudása?

A **tudás integrációja egyéni képesség**, nem ruházható át, nem transzferálható, minden embernek saját magának kell felépítenie. Azaz a tudás egyéni, a fejekben jöhet létre a korábbi tapasztalatok, már meglévő szaktudás, képességek és készségek felhasználásával. Ezek alapján (implicit, bennünk rejlő) tudásként definiáljuk az egyénben a valóságról, vagy egy adott tárgyra vonatkozó szerzett ismeretek összességét, az egyén képességeivel, készségeivel, fizikai és pszichikai adottságaival, tapasztalataival, értékrendjével, hitével együttesen. Lehet-e ennek bizonyos része, vagy fázisa érvényes a MI-ra?

Beszélhetünk még **egyéni, kollektív és szervezeti tudásról**. Az egyéni tudás az a tudás, amellyel az egyes személy rendelkezik. A kollektív tudás bizonyos számú egyén ismereteinek az összessége. A szervezeti tudást a szervezeti kompetenciával azonos fogalomként kezelik, miszerint a szervezeti tudás olyan kompetencia, amely egy szervezeten belül a kollektív tudás megteremtésén és összekapcsolásán alapul (Pietschmann – Ruhtz, 2001). Mi a különbség az egyéni tudások szintéziséből épülő szervezeti tudás és az egyének ismereteit összegzően magában foglaló MI-n alapuló rendszer tudása között? Képezhet-e ember nélküli műszaki rendszer kollektív és szervezeti tudást?

Markáns különbség mutatkozik az egyéni tudásra és annak fejlesztésére koncentráló, valamint a szervezeti tudást és annak gyarapítását támogató szervezeti megoldások között is. Míg az előbbi az egyént, és az egyéni autonómiát, valamint fejlődést támogatja, addig a kollektív tudást a középpontba helyező szervezetek hatékony integráció mechanizmusokat, és erős szocializációs folyamatokat működtetnek.

Az adat – információ – tudás, mint értékteremtő folyamat lényege a tanulás. Ezt a folyamatot nevezzük az egyének tanulási folyamatának. Erre a MI is képes? **Az egyéni tudást úgy érzük el, hogy az információt végiggondoljuk, megértjük, beépítjük saját fogalmi rendszerünkbe, majd tapasztalataink és ismereteink felhasználásával egy adott környezetben, helyzetben hasznosítjuk.** Van ennek a mondatnak olyan eleme, mely a MI – ra is igaz? Tudásunk felhasználásával végezzük munkánkat, melynek eredményeként újabb tudásra, tapasztalatra tehetünk szert. Ez a MI lényege?

Tevékenységünk eredményeképpen újabb adatok is keletkezhetnek, tehát az egyéni tudás kialakulási folyamatában visszajutunk az adatokhoz. Az ismeretek visszafelé, negatív értelemben is változhatnak. A tudásból újra információ és adat lehet, amikor az egyének tudása szervezeti szintre emelkedve túlzottan sok ismeretet birtokol és tárol, és nem képes azokat értelmesen felhasználni (Bencsik, 2015). Mit és hogyan segíthet ebben a gépi intelligencia vagy tudás?

A tudással kapcsolatos kérdések során többször felmerült a megbízhatósághoz kapcsolódó bizonytalanság, melynek néhány alapvető megközelítését az alábbiakban olvashatják.

3.2. A megbízhatóságról

A folyamatos technikai fejlődés következtében az automatizált és integrált rendszerek egyre komplexebbé válnak, így a biztonsági szempontok kielégítése érdekében növekednek a rendszerek megbízhatóságáért folytatott erőfeszítések. Elegendő tudással rendelkezünk a folyamatos fejlődés igényeinek kielégítéséhez? A digitális megoldásokkal elsősorban a termelést és az ahhoz közvetlenül kapcsolódó tevékenységeket (karbantartás) támogatják,

automatizálják. A digitális technológia növeli a cégek alaptevékenységének gyorsaságát, rugalmasságát, minőségét és megbízhatóságát. Ugyanakkor mivel meghatározó szereplői a munkahely világának, a rendszerekben bekövetkező legapróbb hibák is komoly problémát okozhatnak a szervezeti működésben. Kezelendő ezt az ellentmondást, mit mondhatunk az elvárt szintű megbízhatósághoz szükséges tudásigényről? A számítógépeket és a rajtuk futtatott alkalmazásokat, a szoftvereket emberek tervezik emberek számára, a felhasználók és az intelligens rendszerek találkozása mégsem zajlik zökkenőmentesen. Hunyady (2011) szerint ennek elsődleges oka a két rendszer közötti jelentős kommunikációs különbség. „...nem az a fő probléma, hogy nem tudunk még eleget a gépekről, hanem az, hogy nem tudunk eleget magáról az emberről és a humán kommunikációról”. Ezek a gondolatok a megbízhatóság újraértelmezését sejtetik. Kinek/minek a tudása nincs kellő megbízhatósági szinten?

MSZ IEC 50 (191): 1992 szabvány szerint a megbízhatóság gyűjtőfogalom, amelyet a használhatóság (üzemkészség, rendelkezésre állás) és az azt befolyásoló tényezők, azaz a hibamentesség, a karbantarthatóság és a karbantartás-ellátás leírására használnak. Ez a fogalom a termék időtől függő képességeit öleli fel, mennyiségi leírásra nem használható.

Az IEC 61508 szerint a megbízhatóság: „Egy előre megadott idő intervallumban annak valószínűsége, hogy amikor igény van a tervezett művelet végrehajtására, akkor a rendszer végrehajtja azt, feltéve, hogy a rendszer a megadott határértékeken belül működik.” A rendszer megbízhatóságát, azaz annak a valószínűségét, hogy a kívánt időpontban megfelelő módon funkcionál a rendszer, hibamentessége, javíthatósága, tartóssága, tárolhatósága határozza meg.

A rendszerek megbízható működésének modellezésére, és ennek felhasználásával a rendszer megbízhatósági jellemzőinek (főként a hibamentességi és használhatósági jellemzőknek) a becslésére számos módszer áll rendelkezésre (pl. hibafa-elemzés, (Farkas & Pokorádi, 2016); Markov-módszer (Kehl, 2012)). Ezek közül a megbízhatósági diagram módszerét alkalmazzák leginkább a gyakorlatban. Mennyire megbízható tudás alapján készülnek ezek az elemzések?

Általánosan elfogadott nézet, hogy a meghibásodások, balesetek bekövetkezésének 70-80%-a emberi hibára vezethető vissza. A megbízhatóság, mint emberi érték a tisztességes feladatvégzés és a megállapodások betartását jelenti - vagyis aki iránt bizalommal lehet hozzáállni. Cicero kijelentése, mely az ókorból származik, de azóta is igaz, „tévedni emberi dolog”. A munkavégzés során mindenki követ el hibákat, mely bármilyen képzés, tanulás, felkészülés mellett sem küszöbölhető ki teljes mértékben. Azonban nem mindegy hogy az elkövetett hibának mekkora és milyen természetű következményei vannak. Az egészen apró, jelentéktelen problémától a katasztrófáig kellően széles a skála. Ezért az ember-gép rendszerek esetében nem elegendő csak a technikai rész, hanem az emberi tényező - mely egyszerre a legerősebb és leggyengébb láncszeme a rendszernek - megbízhatóságával is kalkulálni kell. Az emberi megbízhatóság kalkulációja során mekkora szerepe van az emberi tudásnak?

Az **emberi megbízhatóság** néhány évtizede már a kutatások középpontjába került, de számszerűsítésük ma is kihívást jelent elméletben és gyakorlatban egyaránt. Amikor az emberi munkavégzés megbízhatóságáról beszélünk, figyelembe kell venni valamennyi lehetséges kapcsolatot, hiszen az ember-technika kapcsolaton felül az ember - környezet és ember-ember kapcsolat is meghatározó lehet a szervezeti működés egészének megbízhatósága szempontjából. Ezen kapcsolatok esetében milyen szerepet kap az emberi tudás.

Összekapcsolva a tudás és megbízhatóság követelményeit, a tudásmenedzsment rendszereket (TMR) is érdemes egy bepillantás erejéig górcső alá venni, hiszen a tudásmenedzsment rendszer a szervezeti működés minden folyamatát magában foglaló működési modell, mely az ember-gép kapcsolatokat evidenciaként kezeli.

4. A tudásmenedzsment jelentősége

4.1. A kultúra, mint a TMR egyik előfeltétele

A cégen belüli tudás, - elsősorban az innovatív tudás - létrehozásának feltétele a tanulószervezetként való működés biztosítása, melyhez belső megalapozott tudásbázisra van szükség. Az állandó fejlődés, megújulás feltétele az a szervezeti légkör (kultúra), mely megteremti az alkotó kedvet, a folyamatos tanulás feltételeit, és stratégiai szinten kezeli azt a követelményt, hogy megfelelő embert a megfelelő helyre építve biztosítható a dolgozói elégedettség, a megbízható minőségű, versenyképes munkavégzés. A tudás és megbízhatóság közötti összefüggés ebben az értelemben nem szorul magyarázatra. Ezzel együtt számos kérdés tehető fel itt is. Mit jelent a megalapozott tudásbázis, milyen szintet jelent az állandó a fejlődés, a folyamatos tanulás milyen léptékben, mértékben várható el? Ki és milyen alapon dönt a megfelelő ember megfelelő helyen történő alkalmazásáról? Rendelkezik ez a döntéshozó elegendő és megbízható információval, tudással? Kinek és milyen forrásból van megbízható tudása a dolgozói elégedettségről?

Két fő irányzatot különböztethetünk meg Sveiby (2001) munkája alapján. Az egyikben alapvetően a szervezeti, humán oldal kerül a középpontba, idetartoznak a filozófiai, pszichológiai, szociológiai, menedzsment megközelítések. A másik a technikai szemléletű megközelítés, amely elsősorban a tudás megragadhatóságának, rögzítésének és átadhatóságának kérdéseivel foglalkozik. Hogyan változik a szerepe az emberi tényezőnek a technikával kapcsolatban a MI alapján? Megmarad, és ha igen, milyen szinten homályosul el az éles határ a két pólusú megközelítés között?

4.2. IT, mint a TMR másik előfeltétele

Különösen élesen jelentkezik a Sveiby-féle két pólusú megközelítés közötti értékrend vitája, ha az IT, mint a TMR egyik alapfeltétele kerül a fókuszba.

A tudásmenedzsment, mint menedzsment eszköz előtérbe kerülésével egyidős a technológiai megoldások szerepéről folytatott vita a kutatók és a gyakorlati szakemberek között. Még a leghíresebb kutatók is egymástól eltérő nézeteket vallanak. Egy részük az IT mindenhatóságát képviseli, míg a másik ellenpólus a létezésének szükségességét nem vitatja, de nem tartja a siker egyedüli letéteményesének. A tudás tekinthető kézzelfogható objektumnak, mely gondolkodás elsősorban az IT megoldásokat preferálók sajátja. Ebben az esetben a tudás explicitté tételére törekednek és annak elektronikus rögzítésére. Ennek a gondolkodásnak szellemében a számítógépek, egy jól felépített IT rendszer, (továbbgondolva, a MI) képes kiváltani a tudásmenedzsment rendszereket? Ha igen, milyen megbízhatósággal?

A tudást folyamatként értelmezők a szervezeti működés emberi oldalát hangsúlyozzák, támaszkodva a pszichológia, szociológia, filozófia közelítésmódjára (Sveiby, 2001). Ebben az esetben a személyek közötti interakciókat, a személyes tudásátadást helyezik középpontba. Ha a tudásátadás megvalósulhat gép és gép között is, vagy géptől ember felé, akkor is érvényesül ez a gondolkodás?

Allee (1997) szerint a tudásmenedzsment folyamatok támogatása esetében mind a technológiai, mind a szervezeti tényezőknek szerepe van. Szerinte a tudásmenedzsment feladata a megfelelő körülmények (a technológia és a szervezet belső működése) megteremtése, ami lehetővé teszi az emberek számára a meglévő tudás újragondolását és annak kommunikációját. Michael J. Turillo, a KPMG tudásmenedzsment vezetője szerint „a

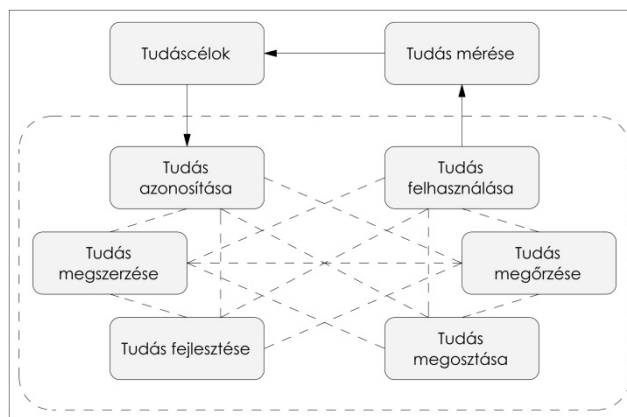
tudásmenedzsment megvalósíthatatlan technológiai nélkül” (Hildebrand, 1999), Bipin Junnarkar, a tudásmenedzsment elismert szaktekinétye (a Monsanto cég informatikai igazgatója) szerint „a technológia fontos szerepet játszik a tudásmenedzsmentben, de önmagában nem képes azt létrehozni” (Junnarkar & Brown, 1997). Elegendő-e a jelenlegi fejlettségi szinten, (szem előtt tartva a fejlődés várható ütemét) csak a technológiára alapozni a tudásmenedzsment rendszereinket? Ha igen, mekkora ennek a megbízhatósága? Kiváltja-e az emberi megbízhatóság gyenge pontjait a magasabb szintű technika, MI?

Bögel (1999) véleménye szerint a tudásmenedzsment azért válhatott népszerűvé, mert a technológiai fejlődés lehetővé tette a tudás újfajta, hatékonyabb menedzselését. Dougherty (1999) viszont teljesen elutasítja a technológiai megoldások szerepét. Mai értékítéletünk szerint az IT szükséges, de nem elegendő előfeltétel (Fehér, 2005). Az információs és kommunikációs technológiák fő célja a tudásmegosztás terén az, hogy összekapcsolják az érdekelt feleket. Kik az érintett felek? Ma már ez gép-gép kapcsolat is lehet. Hogyan változik az értékítélet ez esetben? Növeli-e a tudásmegosztás megbízhatóságát?

A TM rendszer támogatását ma még szolgálják a különböző információs technológiák, a dataware technológiák, úgy, mint intranet, internet, adatbázis kezelő és dokumentummenedzselési rendszerek, adattárházak, adatbányászat, döntéstámogató rendszerek, szakértői rendszerek, groupware, extranet és mesterséges intelligencia, modellezés, CASE (Computer Aided Systems Engineering) eszközök, stb.. Az adatok, információk, tudás kezelésére alkalmas eszközök például a tudástárak, együttműködési platform, tudáskatalógusok, tudástérképek, stb. (Jung, 2007). A közismertebbek közül, mint gyakori hazai alkalmazás elsősorban a tudásmegosztással összefüggésben, az intranet megoldások variációi, a SAP rendszerek megfelelő moduljai, a Microsoft SharePoint, a Social Learning szoftverek, az online tudástárak, a social media legkülönbözőbb megoldásai, wikik, stb. (Maier, & Hadrich, 2011). Hol a határ (térben és időben) a felsoroltak TMR-t támogató szerepe, mint szervezeti igény és az integrált rendszerek MI-vel támogatott megoldásai között?

A TM rendszerek működését támogató informatikai megoldások számossága végeérhetetlen, már csak azért is, mert nagyon sok szervezet saját fejlesztésű rendszereket használ. Mindezzel együtt úgy gondoljuk, nem elegendő a vállalati hatékonyság növeléséhez a támogató rendszerek kiépítése, amelyek segítségével a cégek kétségtelenül hatalmas mennyiségű adathoz jutnak, de a nagy mennyiségű adatokból ki kell tudni szűrni azokat az információkat, melyek valóban relevánsak és a felhasználók számára tudásértékük van, azaz munkájukhoz használni, beépíteni, továbbfejleszteni is tudják azokat. Erre pedig csak az emberi gondolkodás és logika képes (Jashapara, 2011). Mikor fogja megcáfolni ezt a MI? Melyik a megbízhatóbb megoldás? Az emberi értékítélet és döntés, vagy a MI eredményeire alapozott döntés? Az input oldalon használt információ, tudás megbízhatóságának kérdése hol vetődik fel és hol okoz komolyabb problémákat?

Az egyik legismertebb TMR modellt Probst et al. (1998) alkotta meg, mely nyolc alkotóelemből áll. Ez a nyolc elem külső és belső körfolyamatra bontható.



3. ábra Probst modell körfolyamata
 Forrás: Probst, (1998) alapján saját szerkesztés

A modell valamennyi lépése esetében felmerül a megbízhatóság kérdése. Valójában a modell elemeinek végiggondolása kapcsán lehet érzékelni a tudás és megbízhatóság, mint elvárások szimbiózisát, elválaszthatatlanságát. A továbbiakban a belső körfolyamatra fókuszálunk, tekintettel arra, hogy a kezdeményezés (tudáscélok megfogalmazása) és annak mérése (az elszámolás) stratégiai szinten kezelendők, bár a megbízhatósági kérdések itt is felvethetők.

Mire alapozza a döntéshozó a tudás azonosításának helyességét? Létezik szervezeti dokumentáció (tudástérkép, vagy bármi egyéb) és annak mekkora a megbízhatósága? Aki azt összeállította, milyen információra alapozta a tartalmat, azok az információk milyen megbízhatóságúak? A dokumentumot készítő munkájának mekkora a megbízhatósága? Ha nincs ilyen dokumentáció, mire alapozhatjuk az információ megbízhatóságát?

A tudásszerzés esetén milyen forrásból teszünk szert a szükséges tudásra, annak mekkora a megbízhatósága? Milyen megbízhatósággal mondhatja a döntéshozó, hogy valóban arra a tudásra és olyan szinten van szükség?

A tudás fejlesztéséhez szükséges ismeretek milyen megbízható forrásból származnak? Milyen megbízhatósággal teszi magáévá a tudás birtokosa az új tudást, amire építeni lehet?

A tudásmegosztás, mint mindig, itt is a leginkább kritikus elem. Az átadó tudása milyen megbízhatóságú? Az átadás folyamata milyen megbízhatósággal történik? Maga a tudás, az információ, amit közöl, mennyire megbízható forrásból származik? Formális vagy informális csatornából származik-e? Ezen csatornák megbízhatósága milyen? Milyen csatornát használ a tudásátadás során? Mekkora a közölt információ vagy tudás valóság tartalma? Valós tudás vagy pletyka kerül a rendszerbe? Hasonló kérdések a befogadó oldalán is felvethetők.

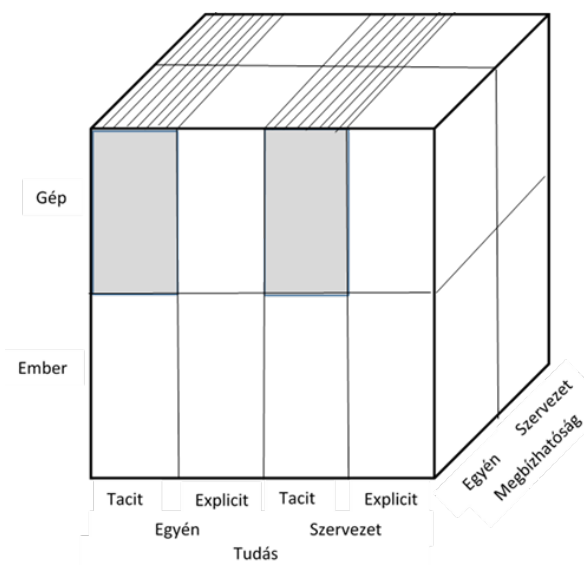
A tudás megőrzésének egyik befolyásoló tényezője a rögzítéshez használt IT rendszer (hardver, szoftver) megbízhatósága. További megbízhatósági kérdést tehetünk fel a rögzítést végző emberi erőforrással kapcsolatban. Milyen a kibebiztonságot garantáló megoldás megbízhatósága? Mi a helyzet a szervezeti memóriában rögzülő tudással? Annak mekkora a megbízhatósága és hogyan lehet kézzelfoghatóvá tenni megbízható módon?

A tudás felhasználása esetében a leginkább kritikus kérdés, hogy a tudás felhasználója milyen megbízhatósággal építi be munkájába azt a tudást, amire a szervezetnek szüksége van? (Ez az előző lépésekből kalkulálható.) Már maga a felhasználásra kerülő tudás is megkérdőjelezhető, de a felhasználó munkavégzési megbízhatósága további kritikus kérdés lehet.

Látható, hogy a kérdések sokasága árasztja el az olvasót, van min morfondírozni. Apró segítség lehet a további gondolkodáshoz a következő fejezetben bemutatásra kerülő ábra és összefüggések logikája, mely támpontot adhat a szervezeten belüli kapcsolatok áttekintéséhez és a megbízhatóság kritikus pontjainak azonosításához.

5. Következtetések

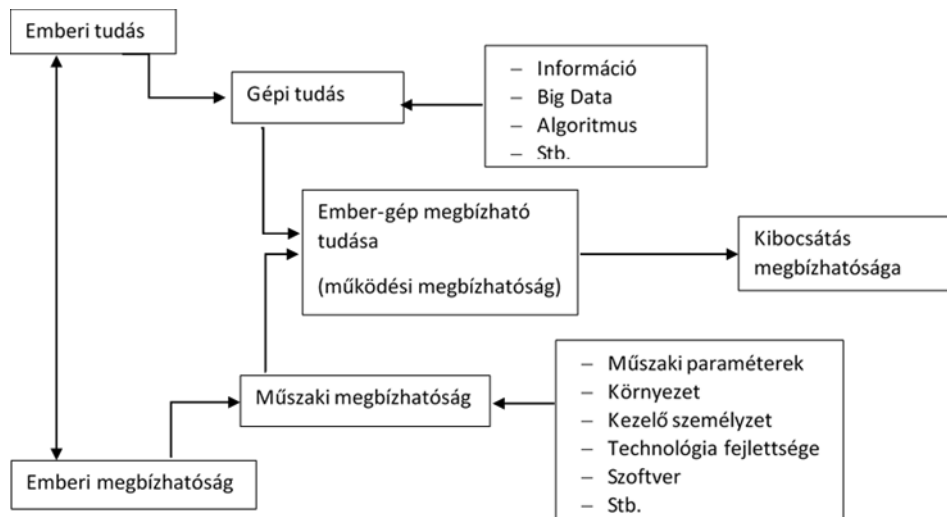
A tudás és megbízhatóság elválaszthatatlan tényezők a szervezet sikeres működése szempontjából. Az ember-gép szoros együttműködése számos kérdést vet fel a két tényező tekintetében, melyeket az előző fejezetekben bemutattunk. Alapvető kérdések, hogy a tényezők összefüggésének kezelésére egyéni vagy szervezeti szinten van szükség, explicit vagy tacit tudás a fontos, ember vagy gép esetleg a kettő együttese kerül vizsgálat alá? Az elemzést segítő összefüggések és a tényezők kapcsolatainak szemléltetését szolgálja az alábbi 4. ábra.



4.ábra A tudás és megbízhatóság szervezeti kockája

Forrás: saját szerkesztés

A kocka lehetőséget ad arra, hogy a tudás és megbízhatóság helyének kiválasztásával pontosan meg tudjuk mondani, hogy a folyamat mely pontján, milyen beavatkozásra van szükség az ember-gép kapcsolat vagy rendszer valamely problémás eleme esetében. Az ember esetében értelmezhető a tudás mindkét fajtája (explicit – tacit) és az elvárt megbízhatósággal egyéni és szervezeti szinten is gondolkodhatunk. Míg a gép esetében a tacit tudás a fenti gondolatmenet alapján megkérdőjelezhető, de a megbízhatósága mindkét szinten vizsgálható. A következő kapcsolati diagram összegzi a legfontosabb megbízhatóságot befolyásoló tényezőket és kapcsolatukat, mely logika ugyancsak segíti a szükséges elemzéseket.



5. ábra: A megbízhatóságot befolyásoló tényezők kapcsolata ember-gép rendszerek esetében
 Forrás: saját szerkesztés

6. Összegzés

A fentiekben a szakirodalmi alapokra építve megfogalmaztunk néhány olyan felvetést, mely a tudás alapú megközelítésre építve vet fel megbízhatóság elméleti kérdéseket az ember – gép munkavégzésével és együttműködésével kapcsolatban. Mivel a tudás a kiinduló pont, (mint alapvető szükséglet), ebből következik a tudáskezeléshez kapcsolódó tudásmenedzsment rendszer működésének igénye. A TMR természeténél fogva beépül és átfogja a szervezet valamennyi folyamatát, így az ember – gép kapcsolatokat is, melyből következik a megbízhatósággal kapcsolatos problémák kezelésének igénye.

A fentiekben felvetett kérdések azért merülnek fel, mert nem tudunk eleget az emberről, az emberi tudásról, annak kommunikációjáról, átadásáról, az ember által készített, technológiákat irányító szoftverekről, ennek következtében a mesterséges intelligencia számos területe (melyek olykor önálló életre kelnek) egyelőre sötét folt. Azt hiszem, itt az idő a megbízhatóság kérdéseit tudás alapon mélységeiben vizsgálni.

A könnyebb áttekinthetőség és feldolgozhatóság érdekében a legfontosabb felvetett kérdéseket, melyeken érdemes elgondolkodni, (kevésbé részletesen, mint fent) a következő lista összegzi.

- Emberi tudás és gépi tudás milyen kapcsolatban vannak egymással, hogyan befolyásolják kölcsönösen az együttműködés megbízhatóságát?
- Emberi megbízhatóság vagy műszaki megbízhatóság fontosabb az együttműködő rendszerek esetében?
- Milyen mélységben és minőségben kell, érdemes vizsgálni a tudás megbízhatóságát, a tudás megbízhatóságot befolyásoló hatását ill. a megbízhatóság tudást determináló hatását mind az ember, mind a technika ill. az együttműködésük esetében?
- Növeli vagy csökkenti az emberi megbízhatóság a műszaki megbízhatóságot a fentiek értelmében (ha a tudás szerepét kellő mélységben vesszük figyelembe a legfejlettebb technikai megoldások esetében)?

- Kinek a megbízható tudása befolyásolja nagyobb mértékben az ember-gép együttműködés megbízhatóságát: a programozó vagy a kezelő személyzet?
- Létezik-e gépi tacit tudás? A mesterséges intelligencia öntanuló rendszerei tudása felfogható-e tacit tudásnak? Kell-e ezzel foglalkozni a megbízhatóság értékelésekor?
- Mekkora a megbízhatóságot elemző szoftverek megbízhatósága? Milyen módon befolyásolja a programozó és a karbantartást végző személy tudásának megbízhatósága az ember-gép együttműködés megbízhatóságát?

A fentiekben felvetett kérdések az ember-gép rendszerek megbízhatósággal kapcsolatos kockázat számítási és kezelési kérdéseit is érintik, melyek ebben a megvilágításban feltehetően új szemléletű kalkulációt igényelnek majd. Elmerült gondolkodást és sikeres döntéseket kívánok a leírtak hasznosításához.

Felhasznált irodalom

- Abonyi, J. & Füle, T. (2014): *Biztonságkritikus rendszerek*, Pannon Egyetem, Veszprém
- Ackoff, R. (1989): From data to wisdom, *Journal of Applied Systems Analysis*, Vol. 16, pp. 3-9
- Allee, V. (1997): *The Knowledge Evolution: Expanding Organizational Intelligence*, Butterworth-Heinemann, Boston. (Originally published as „Knowledge and Self-organization,” by Executive Excellence.)
- Bakacsi, Gy. (2010): *Szervezeti magatartás és vezetés*. KJK, Budapest.
- Bencsik, A. (2015): *A tudásmenedzsment elméletben és gyakorlatban*, Akadémiai Kiadó Budapest
- Björling S.E., Galar, D. & Kumar, U. (2016): *Fusion of CMMS, CM and Maintenance Knowledge Management*, Conference Paper, Workshop and Congress eMaintenance, At: Luleå
- Bögel, Gy. (2005): Tudás, pénz, hatalom I.-II. *CEO Magazin* Vol. 6. No. 1.-2. pp. 8-15., 27-33.
- Bögel, Gy. (1999): *Tudásmenedzsment – a láthatatlan hatalom*, Magyar Távközlés, Budapest.
- Davenport, T. H. – Prusak, L. (2001): *Tudásmenedzsment*. Kossuth Kiadó, Budapest.
- Dougherty, V. (1999): Knowledge is about people, not databases, *Industrial and Commercial Training* Vol. 31. No. 7. pp. 262-266.
- Farkas, L. & Pokorádi, L. (2016): A blokk-diagram és a hibafa elemzés kapcsolata, XXI. Fialat Műszakiak Tudományos Ülésszaka, 2016. Kolozsvár, *Műszaki tudományos közlemények* Vol. 5. pp.149–152. <http://hdl.handle.net/10598/29049>, DOI: 10.33895/mtk-2016.05. 28
- Gonda, Gy. (2020): Technostressz, az új népbetegség, Menedzser Akadémia, Az üzlet. <https://azuzlet.hu/technostressz-az-uj-nepbetegseg/>
- Hildebrand, C. (1999): Does KM=IT? *CIO Enterprise Magazine* Vol. 9. www.cio.com/archive/enterprise/091599_ic_content.html letöltve 2013.09.22.
- Hunyadi, L. (2011): A multimodális ember-gép kommunikáció technológiái – elméleti modellezés és alkalmazás a beszédfeldolgozásban. In: Németh T. Enikő (szerk.): *Ember-gép kapcsolat. A multimodális embergép kommunikáció modellezésének alapjai*. Tinta Könyvkiadó, Budapest, 15–41.
- Hunyadi L. (2011): Bayesi gondolkodás a statisztikában, *Statisztikai Szemle*, Vol. 89. No.10–11. pp. 1150–1171.
- IoT ZóNA (2020): <https://iotzona.hu/iot-podcast/ai-ezek-a-legforrobb-vallalati-trendek>
- Jashapara, A. (2011): *Knowledge Management an Intergated Approach*, Pearson, Harlow.
- Jung, J., Choi, I. & Song, M. (2007): An integration architecture for knowledge management systems and business process management systems, *Computers in Industry*, Vol. 58. No. 1. pp. 21-34. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2006.03.001>
- Junnarkar, B. & Brown, C.V. (1997): Re-Assessing the Enabling Role of Information Technology in KM, *Journal of Knowledge Management* Vol. 1. No. 2. pp. 142-148.

- Kehl, D. (2012): Szemelvények a Markov-lánc Monte-Carlo-módszerek történetéből, *Statisztikai szemle*, Vol. 90 No.4. pp. 352-354
- Kumar, S. (2014): A knowledge based reliability engineering approach to manage product safety and recalls, *Expert Systems with Applications* Vol. 41. pp. 5323–5339
- Kuriakose, K.K., Raj, B., Murty, S. & Swaminathan, P. (2011): Knowledge Management Maturity Model: An Engineering Approach, *Journal of Knowledge Management Practice*, Vol. 12, No. 2.
- Maier, R. & Hadrich, T. (2011): *Knowledge Management Systems*, IGI Global, DOI: 10.4018/978-1-59904-931-1.ch076
- Maturana, H. & Varela, F. J.(1998): *The Tree of Knowledge*. Shambhala, Boston and London.
- Milosevic, I., Bass, A.E. & Combs, G. (2015): *The Paradox of Knowledge Creation in a High-Reliability Organization: A Case Study*, Management Department Faculty Publications. 137. <http://digitalcommons.unl.edu/managementfacpub/137>
- Nonaka, K., Umemoto, D. & Senoo (1996): From Information Processing to Knowledge Management - A Paradigm Shift in Business Management, *Technology in Society*, Vol. 18. No. 2. pp.203-218.
- North, K. (1998): *Wissensorientierte Unternehmensführung: Wertschöpfung durch Wissen*, Gabler, Wiesbaden
- Prange, C. (2002): *Organisationales Lernen und Wissensmanagement: Fallbeispiele aus der Unternehmenspraxis*. Gabler, Wiesbaden.
- Pietschmann, B. P. & Ruhtz, V. (2001): Knowledge Management, *Personal*, Vol. 53. No.5. pp. 242-244; 248-249.
- Polányi, M. (1966): *The Tacit Dimension*. Routledge & Kegan Paul, London.
- Poucet (1990): Stars: Knowledge Based Tools for Safety and Reliability Analysis, *Reliability Engineering and System Safety* Vol. 30, pp. 379-397.
- Probst, G.J. B. (1998): Practical knowledge management: A model that works, in: Arthur D. Little, *Prism. Second Quarter*
- Robert, C. P. – Casella, G. (2011): A Short History of Markov Chain Monte Carlo: Subjective Recollections from Incomplete Data, *Statistical Science*, Vol. 26. No. 1. pp. 102–115.
- Robinson, H.S., Anumba, C. J., Carrillo, P.M. & Al-Ghassani, A. M. (2006): STEPS: a knowledge management maturity roadmap for corporate sustainability, *Business Process Management Journal*, Vol. 12 No. 6, pp. 793-808. <https://doi.org/10.1108/14637150610710936>
- Russell, B. A.(1948): *Human Knowledge: Its Scope and Limits*, Routledge, London.
- Schuszter, Gy. (2017): Szoftver megbízhatóság, Repüléstudományi Közlemények Vol. 24. No. 2. pp. 31-40.
- Sveiby, K. E. (2001): *Szervezetek új gazdagsága: a menedzselt tudás*. KJK-KERSZÖV Jogi és Üzleti Kiadó, Budapest.
- Wan, Sh., Gao, J., Li, D. & Evans, R. (2014): Knowledge Management Formaintenance, Repair and Service of Manufacturing System, in: Rehman, F., Woodfine, N. & Marasini, R. (eds.) *Proceedings of the 12th International Conference on Manufacturing Research (ICMR2014)*, pp. 65-70.

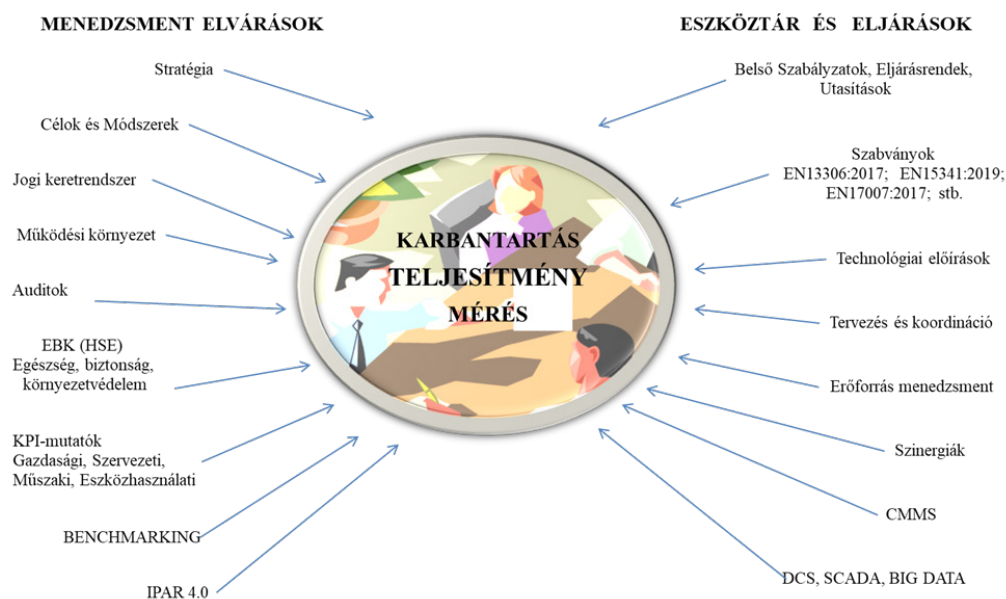
Új trendek a karbantartás teljesítményértékelésében

Páll István Zoltán, MIKSZ FB tag, MIKSZ Karbantartás Felmérési Munkacsoport

1. Bevezetés

Manapság a karbantartási szakirodalom a stratégiai és működési modellek széleskörű választékát kínálja melyből az érdeklődők és érdekelték kedvük szerint válogathatnak. Az utóbbi években a veszprémi karbantartási konferencián több előadás is foglalkozott a témakörrel. A 2017. és 2019. esztendőben az EFNMS által lefolytatott, több európai iparvállalat karbantartási gyakorlatát vizsgáló felmérés eredményeinek kiértékelése folyamán az a megállapítás született, hogy a karbantartási teljesítménymutatók alkalmazása területén kiaknázatlan tartalékok vannak. Számos cég alig néhány mutató használatáról nyilatkozott a felmérés folyamán. Ezek részben a nemzetközi gyakorlat illetve az EN 15341 szabvány szerinti, részben pedig cég specifikus és/vagy vállalatcsoportra jellemző mutatók. Végző megállapításként kimondható, hogy úgy a magyar, mint a nemzetközi mezőnynek érdemes fejlődnie a karbantartás teljesítményét jellemző mutatószámok alkalmazásának területén.

Tekintettel a karbantartási stratégiák fejlődésére, a szakirodalom folyamatosan gazdagodik olyan cikkekkkel, amelyek tárgya, hogy miként lehet a már működő karbantartó szervezetek tevékenységét értékelni, illetve hogyan mérhető egy cég esetében a karbantartási funkcióval szemben támasztott igények kielégítésének színvonala. Szinte egyhangú az a megállapítás, hogy mivel minden cég sajátos módon működik ezért a teljesítményértékelési rendszerének is illik testreszabottnak lennie. Napjainkban a karbantartás egyre szorosabban integrálódik az eszközfenntartási folyamatokba. A karbantartási funkció, a működési költségekre (OPEX) gyakorolt hatásán túl, a fejlesztéseken keresztül képes befolyásolni a beruházási jellegű kiadásokat (CAPEX) is. Rendszerszemléletű megközelítéssel elemezhető, hogy egy karbantartás-teljesítményértékelő rendszernek, amely egy karbantartás irányítási rendszer részeként integrálódik a működési folyamatokba, milyen külső és belső kölcsönhatások környezetében kell döntéstámogatási eszközzé válnia.



1. ábra Karbantartás teljesítménymérési rendszer működési környezete

A cikk nem univerzálisan alkalmazható modellt kínál, hanem a témakörre vonatkozó tudásbázis néhány olyan fontos elemére szeretné felhívni a figyelmet, amelyek az utóbbi két-három évben alakultak ki az európai karbantartási gyakorlatban, és amelyek alkalmazását ajánlja a karbantartó szervezetek európai szövetsége az EFNMS.

Az 1. ábra, a teljesség igénye nélkül, felvázolja a fent említett kölcsönhatási környezet legjelentősebb elemeit. Ez a cikk, tekintettel a téma komplexitására és a terjedelmi kötöttségekre, csak néhány elemmel foglalkozik, amelyek specifikusak és elengedhetetlenül fontosak egy karbantartás teljesítményértékelő rendszer felépítéséhez és működtetéséhez. Ezek elsősorban, a menedzsment által az eszköztár és módszertan tekintetében támasztott elvárások kielégítésének szerepeit tartalmazzák. A legfontosabb kérdések, amelyekre a cikk rá kívánja irányítani a figyelmet:

- Milyen fogalomrendszerre alapozottan célszerű meghatározni a karbantartási folyamatokat illetve a karbantartási területeket, tevékenységeket, jellemzőket és mutatókat?
- Milyen részfolyamatok vizsgálatával célszerű elemezni a karbantartási folyamatokat?
- Milyen jellemzőket, mutatószámokat ajánl az európai gyakorlat a karbantartás teljesítményének mérésére?

2. Eszközök és módszerek

A karbantartás teljesítményét mérő és értékelő rendszerek a korszerű menedzsment elvárások igényeit kielégítő színvonalra történő felzárkóztatását tartotta szem a CEN, amikor az EN szabványsorozatban áttekintette és megújította a karbantartás fogalom meghatározásaival (EN13306), folyamatelemzésével (EN17007) és teljesítménymutatóival (EN15341) kapcsolatos szabványokat. A következő részben ezek bemutató tájékoztatóját tartalmazza az anyag.

2.1. Az EN13306:2017 A karbantartás terminológiája (fogalomköre)

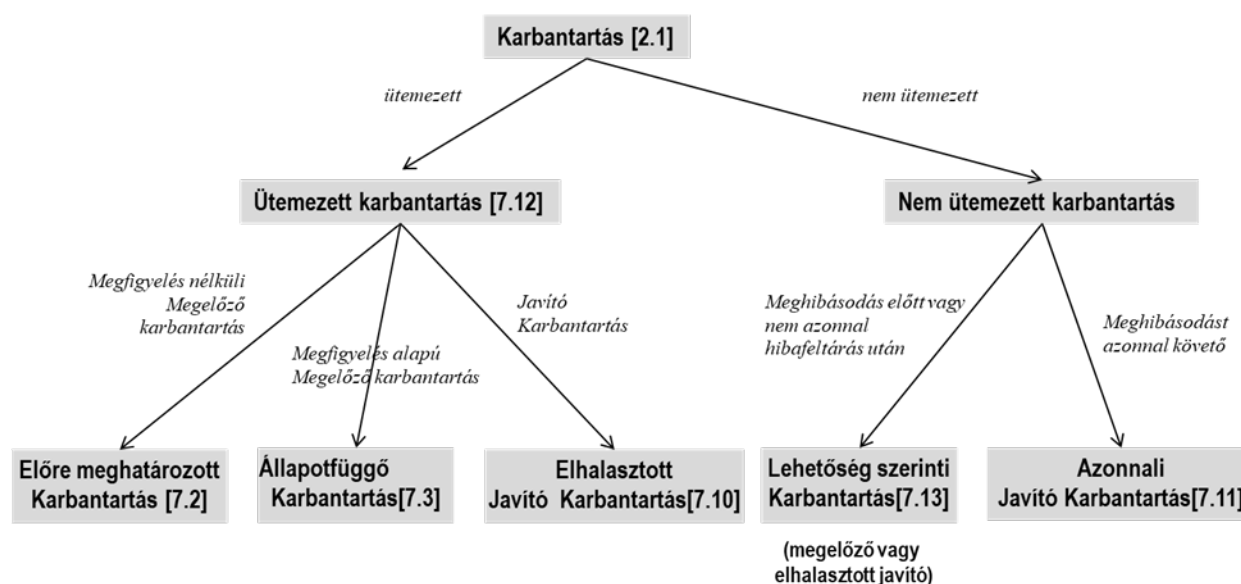
A 2017. évben megújult, alapvető fontossággal bíró szabvány, az alábbi témakörök szerinti csoportosításban adja meg a karbantartás fogalom meghatározásait:

- Alapfogalmak
- Eszköz fogalomkör
- Eszköz tulajdonságok
- Meghibásodások és események
- Hibák és állapotok
- Karbantartás típusok
- Karbantartási tevékenységek
- Idővonatkozású fogalmak
- Karbantartás biztosítása, eszközök és szerszámok
- Gazdasági és műszaki tényezők

Az oktatásban és a mindennapok gyakorlatában is beigazolódott, hogy egy egységes, rendszerezett fogalomrendszer hiányában a szakemberek gyakorta „elbeszélnek egymás mellett”. Folyamatok bemutatásában vagy értékelésében gyakorta tapasztalható, hogy az

egységes magyar szaknyelv hiányában idegen kölcsönzavakkal illetve egyénileg sajátos fordításokkal igyekszünk kitölteni az űrt, amelyet a magyar szaknyelvben az új ismeretek még kellőképpen meg nem honosult kifejezéseinek hiánya okoz. Ez gyakran vezet oda, hogy csak egy okfejtés végén, részletes elemzést követően derül ki, hogy mi is az illető szakkifejezés pontos jelentéstartalma. Nehézséget okoz az is, hogy az EN 13306 szabvány, amely tartalmazza a karbantartás legfontosabb kifejezéstárának meghatározását csak angol, német, francia stb. nyelveken áll rendelkezésre. A „hiteles” magyar változat hiánya, a MIKSZ megítélése szerint, jelentős hiátust képvisel a magyar karbantartók tudástárában. A MIKSZ továbbra is szorgalmazza a szakmai műhelymunkák alkalmával kialakított magyar értelmezés elterjedését, használatát.

A szabvány mellékletei grafikus ábrákkal támogatják a fogalom rendszerezéseket. A 2. ábra példaként szemlélteti a karbantartási típusokat bemutató melléklet A2 ábrát.

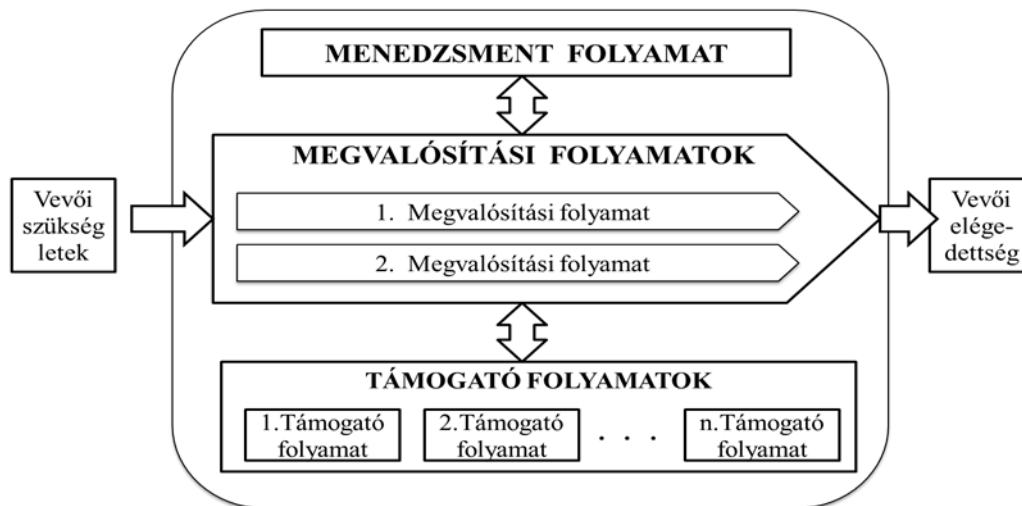


2. ábra Karbantartási beavatkozások fajtái

A [hivatkozási számok] az EN13306 szabvány szerinti. Az EN13306 által meghatározott fogalomrendszer hivatkozási alapot képez több más szabvány tanulmányozásához, megértéséhez, használatához, mint például az EN15341 vagy az EN 17007 .

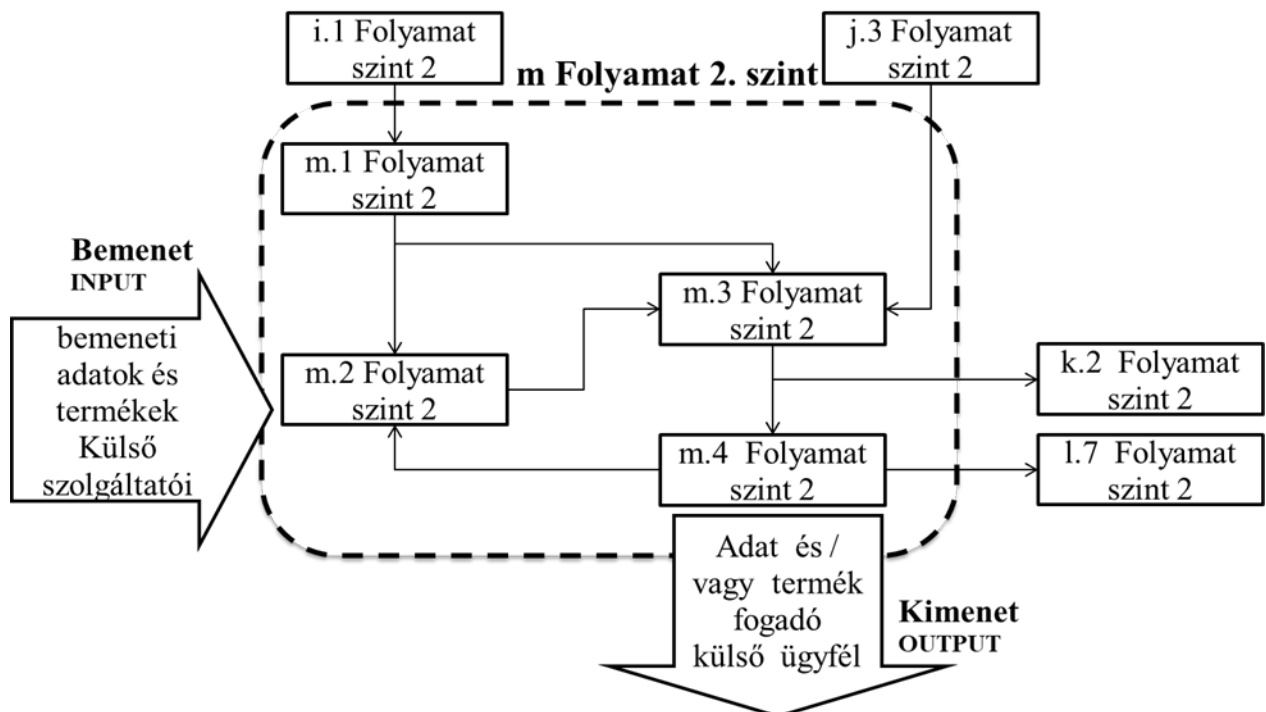
2.2. Az EN 17007 Karbantartási folyamatok

A szabvány folyamatorientált megközelítésben mutatja be a berendezéseken, a karbantartása érdekében végzett beavatkozásokat valamint ezek kapcsolatrendszerét. Az alkalmazott logikai modell a karbantartási irányítás (karbantartás menedzsment) alá rendeli a megvalósítási, feladat végrehajtási folyamatokat, amelyek megfelelő szintű működését a támogató folyamatok biztosítják.



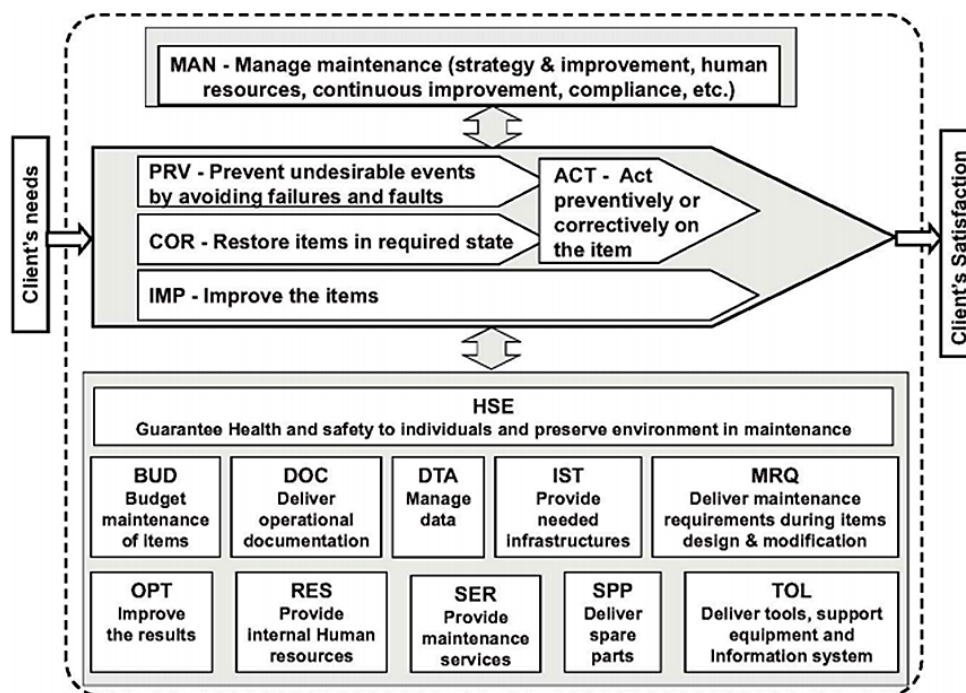
3. ábra Az EN17007 szabvány logikai modellje

Az első szinten mintegy blokkvázlatként szemléltetett folyamatok a 2. alábontási szinten kibontottan mutatják be az egyes al-folyamatokat. A javító beavatkozások folyamatainak szemléltetésén túl, szerepelnek a megelőző beavatkozások folyamatai, valamint az előre meghatározott/elrendelt és az állapotfüggő jellegű karbantartási tevékenységek is. Al-folyamat (részfolyamat) szinten feltérképezésre került a bemeneti (input) és kimeneti (output) adat- illetve anyagforgalom. Meghatározottak a folyamatok elnevezései, a folyamatcélok és ezek teljesülése érdekében megvalósítandó tevékenységek. A modell tartalmazza az egyéb folyamatokkal fennálló kapcsolatokat illetve csatlakozási pontokat (interfészeket) a 4. ábrán szemléltetett logikai modell példája szerint.



4. ábra Részfolyamatok kapcsolatrendszerének logikai modellje

Az 3. ábrán bemutatott modell koncepció szerint a karbantartási folyamatok második szintű modelljét a 4 számú ábra tartalmazza.



5. ábra A karbantartási folyamat első szintje

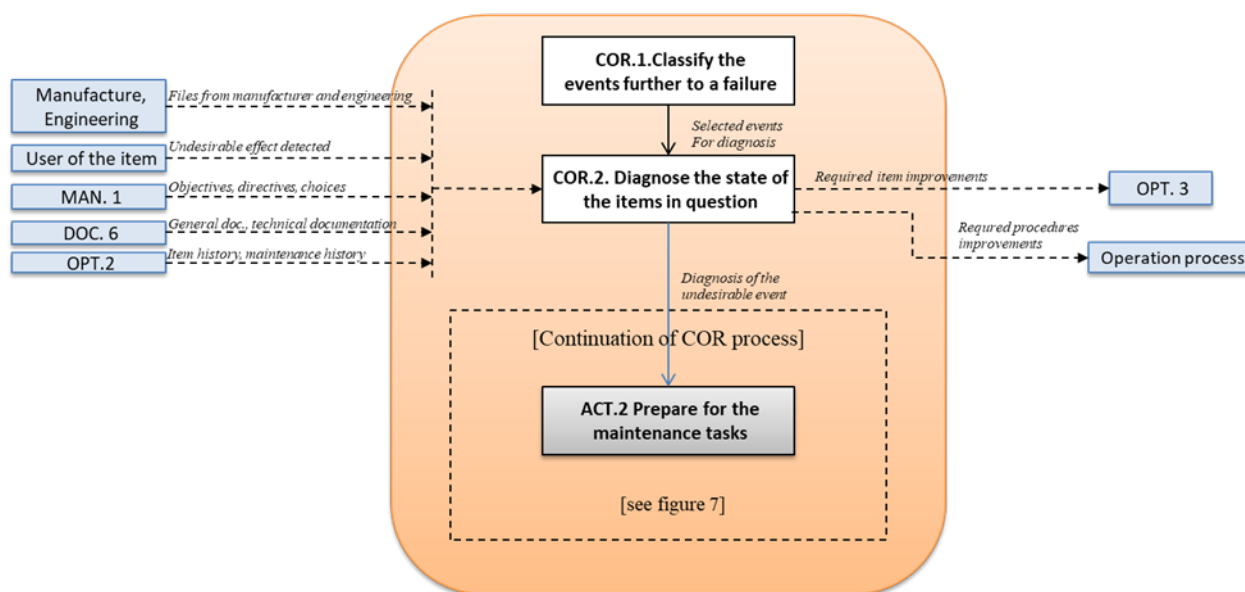
A szabvány bemutatja az 5. ábrán szemléltetett első szintű folyamatok al-folyamatait, valamint az adat és folyamatkapcsolatokat a többi részfolyamattal. Az 6. számú ábra átfogó módon szemlélteti a folyamatokat illetve részfolyamatokat és a folyamatokhoz kapcsolódó mutatók meghatározására szolgáló elemeket. Részletes összevetéssel beazonosíthatók a kapcsolódási pontok a karbantartási teljesítménymutatókat meghatározó EN15341 szabványban fellelhető meghatározásokkal. A táblázat utolsó oszlopa az illető folyamatok minősítéséhez javasolt mutatószámok elemek számosságáról tájékoztat. Így például az ACT.6 „karbantartási feladatok végrehajtása” al-folyamat elemzéséhez a szabvány az $i_{1_{act6}} - i_{8_{act6}}$, azaz nyolc lehetséges mutatószámot javasol. Ezek között találjuk például az $i_{1_{act6}}$ mutatót, amely megfelelője az EN15341 szabványban az O&S16, és amely, a meghibásodások elhárításának átlagos időigényét jellemzi. A szakirodalom MTTR (mean time to restoration) betűszóval jelöli és a „visszaállítási idők átlaga” vagy néha „javítási idők átlaga” néven szokták emlegetni.

Folyamat	Al-folyamat	Megjegyzés	teljesítmény-mutatók (KPI)
MAN	MAN.1 –MAN.7	Karbantartási irányítás	$i_{1_{man}} - i_{14_{man}}$
PRV	PRV.1	Nem kívánt események megelőzése a hibák elkerülésével Nem várt folyamatok minősítése	$i_{1_{prv1}} - i_{5_{prv1}}$
	PRV.2	Megelőző Karbantartás Karbantartási tervek használata és aktualizálása	$i_{1_{prv2}} - i_{6_{prv2}}$
COR	COR.1	Eszközök visszaállítása a kívánt állapotba Tényleges események osztályozása	$i_{1_{cor1}} - i_{2_{cor1}}$
	COR.2	Eszközök visszaállítása a kívánt állapotba Kérdéses eszközök állapotának diagnosztizálása	$i_{1_{cor2}} - i_{5_{cor2}}$
ACT	ACT.1	Események rangsorolása	$i_{1_{act1}} - i_{2_{act1}}$
	ACT.2	Felkészülés a karbantartási feladatokra	$i_{1_{act2}} - i_{5_{act2}}$
	ACT.3	Feladatok rangsorolása	$i_{1_{act3}} - i_{3_{act3}}$
	ACT.4	Feladatok ütemezése	$i_{1_{act4}} - i_{4_{act4}}$

	ACT.5	Ütemezett feladatok végrehajtásának megkezdése	i1 _{act5}
	ACT.6	Feladatok végrehajtása	i1 _{act6} - i8 _{act6}
	ACT.7	Feladatok befejezése	i1 _{act7} - i2 _{act7}
IMP	IMP.1 - IMP.10	(Eszköz) Fejlesztések	i1 _{imp} - i7 _{imp}
HSE	HSE.1 - HSE.5	Egészség biztonság és környezetvédelem	i1 _{hse} - i12 _{hse}
BUD	BUD.1 - BUD.5	Pénzügyi tervezés	i1 _{bud} - i6 _{bud}
DOC	DOC.1 - DOC.6	Dokumentáció	i1 _{doc} - i5 _{doc}
DTA	DTA.1 - DTA.11	Adatkezelés	i1 _{dta} - i11 _{dta}
IST	IST.1 - IST.3	Infrastruktúra biztosítás	i1 _{ist} - i2 _{ist}
MRQ	MRQ.1 - MRQ.11	Tervezési és módosítási követelmények	i1 _{mrq} - i6 _{mrq}
OPT	OPT.1 - opt.7	Eredmények javítása	i1 _{opt}
RES	RES.1 - RES.4	Belső emberi erőforrások biztosítása	i1 _{res} - i12 _{res}
SER	SER.1 - SER.4	Külső karbantartási erőforrások biztosítása	i1 _{ser} - i8 _{ser}
SPP	SPP.1 - SPP.12	Tartalék alkatrészek biztosítása	i1 _{spp} - i21 _{spp}
TOL	TOL.1 - TOL.6	Szerszámok, eszközök és informatikai rendszer	i1 _{tol} - i8 _{tol}

6. ábra Folyamatok, részfolyamatok és teljesítménymutatók elemei

A szabvány grafikusán is bemutatja a részfolyamatok kapcsolatrendszerét. A 7. ábra példaként ábrázolja az „eszközök visszaállítása a kívánt állapotba”nevű, 2. szintű részfolyamatot. Megjegyzendő, hogy példaként egy relatív egyszerű folyamat került kiválasztásra.

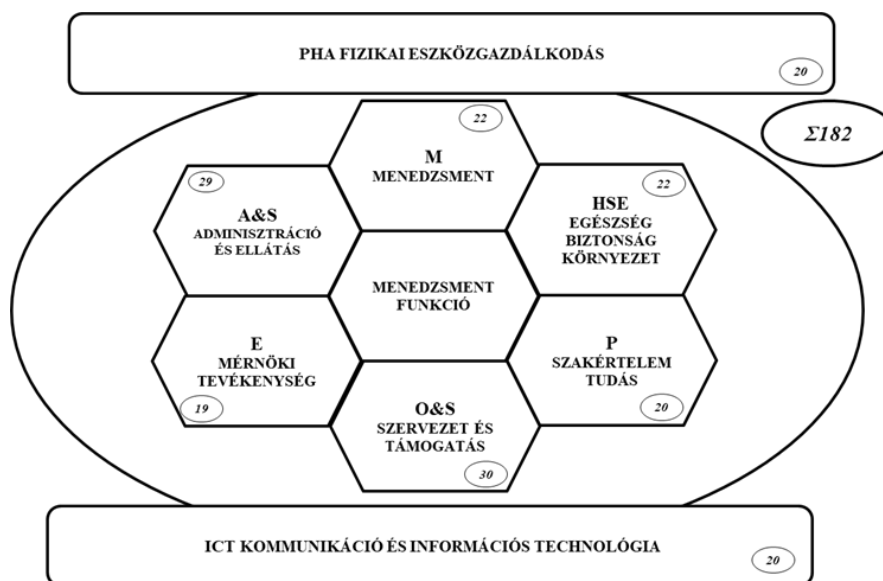


7. ábra Példa részfolyamat ábrázolására

2.3. Az EN15341:2019 A Karbantartási teljesítménymutatók (KPI)

2019. év augusztusában jelent meg a szabvány korábbi kiadásának felújított, kibővített változata, amely annyira jól sikerült, hogy az alapelvektől eltekintve, szinte nem is hasonlít elődjére. Bár a mutatók számát 71-ről 183-ra bővítette, a publikációs határidő szorítása miatt jelentős számú hivatkozási hibát tartalmaz, amelyek jelentősen nehezítik a megértését és használatát. A kiigazítás és javítás folyamatban van, de valószínűsíthetően csak 2021.-ben lát majd napvilágot.

Az EN15341:2019 a karbantartás teljesítményének mérésére ajánlott teljesítmény-mutatókat a korábbtól eltérően, egy új, 6 részterületre tagolt modellben rendszerezi.



8. ábra Az EN15341 szabvány KPI csoportosítási modellje

A karbantartás menedzsment funkció szervezéséhez, fenntartásához és folyamatos jobbításához szükséges mutatók a már említett hat folyamat részfunkciónak megfelelően, hat területre csoportosulnak: Menedzsment, adminisztráció és ellátás, mérnöki tevékenységek, szervezet és támogatás, szakértelem és tudás valamint az egészség, biztonság és környezetvédelem. A szabvány, a karbantartási folyamatokat integrálja az eszközgazdálkodási és az információtechnológiai alkalmazásokat működtető folyamatokkal.

ALFUNKCIÓK ESZKÖZÖK és ELJÁRÁSOK	KPI MUTA- TÓK	FŐ TERÜLETEK			
		Fenntarthatóság i=1- 3	Képesség Hatásosság Sértetlenség i=4-11	Szolgáltatási szint i = 12-13	Gazdasági i = 14-20
Karbantartás az eszközgazdálkodásban	PHA_i				
1. Alfunkció: Egészségvédelem- Biztonság - Környezetvédelem	HSE_i	Jogkövetés i=1-3	Statisztikai adatok i=4-12	Biztonságos gyakorlat 4=13-17	Megelőzés és fejlesztések i=18-22
2. Alfunkció: Karbantartás menedzsment	M_i	Stratégia i=1-3	(Menedzsment) Funkció i=4-10	Műszaki elemzés i=11-16	Folyamatos fejlesztés i=17-22
3. Alfunkció: Emberi kompetenciák	P_i	Karbantartási vezető i=1-3	Karbantartási Műszaki ellenőr és mérnök i=4-9	Karbantartási Technikus i=10-12	Képzés i=13-20
4. Alfunkció: Mérnöki tevékenység	E_i	Képesség Kritikusság i=1-3	Tartósság i=4-9	Megelőző Karbantartás i=10-16	Műszaki fejlesztés i=17-19
5. Alfunkció: Szervezet és támogatás	O&S_i	Szerkezet és támogatás i=1-8	Tervezés és irányítás i=9-22	Termelékenység Hatásosság i=23-28	Minőség i=29-30
6. Alfunkció: Beszerzés és adminisztráció	A&S_i	Gazdasági i=1-6	Költségterv ellenőrzés i=7-19	Kiszervezett szolgáltatások i=20-25	Anyag és tartalék alkatrész i=26-29
Információ-technológia és Kommunikáció	ICT_i	Menedzsment i=1-6	Beszerzés és adminisztráció i=7-10	Szervezet és támogatás i=11-13	Tervezés ? i=14-20

9. ábra Teljesítménymutatókat bemutató mátrix

A teljesítménymutatók területenkénti számbeli megoszlását az 6. számú ábra szemlélteti. A szabvány 182 mutatószám meghatározását, számítási módját illetve kiegészítő információkat tartalmaz a primer adatforrások beazonosítására vonatkozóan.

A 9. számú ábra táblázata, a karbantartási teljesítménymutatók típusának beazonosítását támogató, tájékoztató áttekintést tartalmaz. A felkínált választékból, a szabvány részletes tanulmányozásával, igény szerint összerakható az a portfólió, amely kielégíti a különböző menedzsment szintek információigényét.

A mutatók segítséget nyújthatnak a gazdálkodó egységek működési területin, illetve tevékenységük folyamataiban, az elvárt teljesítési szintek kitűzésére és az elért teljesítmények mérésére. Így például:

- célok kijelölésére, meghatározására
- teljesítmény mérésére
- a teljesítményszintet jellemző értékek összehasonlítására az azonos tartalmú korábbi adatokkal
- az erősségek és javítandó eredmények, folyamatok beazonosítására
- a változások és a fejlődés mértékének mérésére
- a fejlesztési stratégia kijelölésére és stratégiai lépések tervezésére
- az időbeni változások rendszeres mérésére
- az eredmények kommunikálására

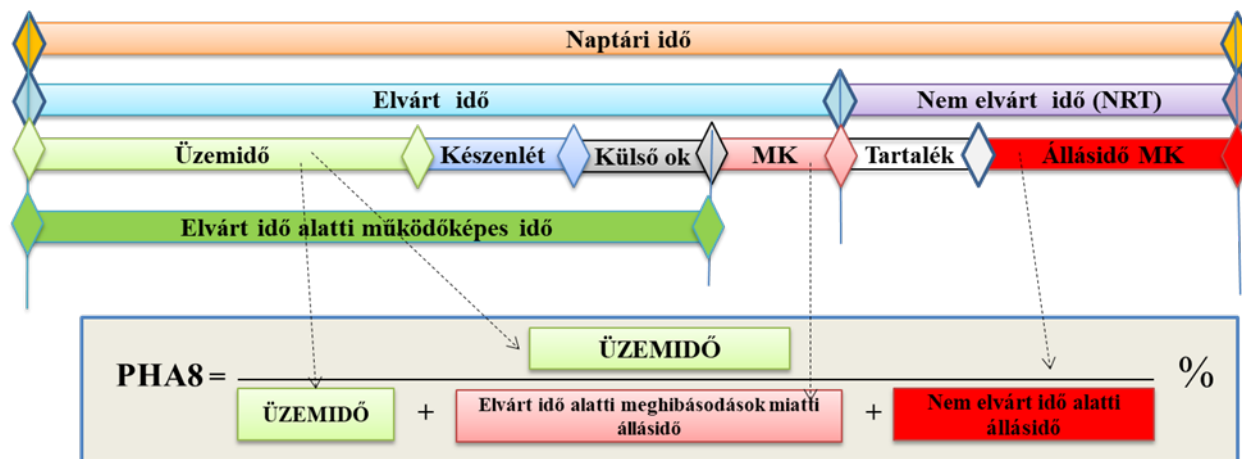
Fontos megemlíteni, hogy egy karbantartás teljesítmény értékelési rendszer megtervezésekor és bevezetésekor célszerű tekintettel lenni az alábbiakra:

- Az kiválasztott mutatók legyenek alkalmasak a megfigyelt kulcsfontosságú folyamatok illetve területi teljesítmények mérésére. Az adatok időben álljanak rendelkezésre és előállításuk legyen költséghatékony.
- A mutatókkal jellemzett és mért folyamatokat jelentősen befolyásolhatják belső és külső tényezők, amelyek hatásai torzítóak is lehetnek. A helyi környezet és munkakultúra, társadalmi kultúra, a jogszabály környezet, a társadalmi elvárások, az érdekeltek befolyása, az iparági és ágazati sajátosságok, a környezetvédelmi elvárások közvetett hatással lehetnek olyan működési feltételekre, amelyek hatást gyakorolhatnak a mutatók mért értékeire. A belső befolyások általában a szervezeti kultúra, cégméret, stratégiai célkitűzések, fizikai eszközök kritikussága, alkalmazott technológiai folyamatok komplexitása, termékskála, berendezések életkora és kihasználtság-foka tényezőkön keresztül éreztethetik hatásukat.
- Az adatgyűjtés mikéntjének a fontossága. Az adatforrások, a belső adminisztrációs eljárásrendek, a rendelkezésre álló informatikai eszköztár adottságai és korlátai
- A folyamatokban résztvevők képzettsége, elkötelezettsége és munkafeltételeinek biztosítása
- Az adatok gondozása (gyűjtése, tárolása, hozzáférhetősége, elemzése, tisztítása, feldolgozása, sértetlensége, biztonsága, stb.)
- A megfelelő jelentésrendszer működtetése
- Körültekintő folyamatos fejlesztés és oktatás

A gyakorlat azt igazolja, hogy a cégek bár esetenként benchmarking alapján összemérik teljesítményeiket bizonyos működési területeken, az irányítási funkciók működtetéséhez és a döntés előkészítéshez általában sajátos testreszabott teljesítménymutató készletet választanak vagy dolgoznak ki.

Alkalmazási példa: Rendelkezésre állási mutató (Availability) meghatározása

A következő példa bemutatja, hogy miért is lényeges tisztázni a fogalmakat a mutatók kiszámításakor. Alapvető fontosságú, hogy ténylegesen a releváns adatokat gyűjtsük és egyértelműsített meghatározások alapján számszerűsítsünk. Rendelkezésre álláson egy eszköz azon képességét értjük, hogy adott körülmények közt, az elvárt időben és minőségben teljesítse az előírt funkciókat, feltételezve, hogy a szükséges külső erőforrások rendelkezésre állnak. Az „idő alapú rendelkezésre állás” annak százalékban kifejezett mértéke, hogy egy adott időtartam mekkora részében volt képes az eszköz elvárás szerint teljesíteni. (ld.EN 13306 - 4.9). Az időbeni rendelkezésre állás mutatószám EN15341 szerinti meghatározásának grafikus értelmezését és kiszámítási képletét a 10. ábra szemlélteti.



MK- Működésképtelen meghibásodott ld. EN13306, 9.2

10. ábra Mutatószám példa: PHA8 , rendelkezésre állás

A grafikus ábrázolás, amelyet a két hivatkozott szabvány tanulmányozása alapján szerkeszthetünk meg, segít a fogalomértelmezésben. Megállapítható, hogy a PHA8 mutató tulajdonképpen a tényleges üzemidőt és a karbantartások miatti állásidőket veszi figyelembe. A PHA8 mutató számszerűsítésekor az eszköz/berendezés készenlétben és tartalék állapotban eltöltött időszakát nem számítja bele az üzemidőbe. Az eszköz/berendezés működőképés állapotban van, de nem üzemel, képes lenne rá, de nem teljesíti az elvárt funkciókat. Szakmai berkekben néha vitatott, hogy a tartalékban állás időtartama milyen megítélést nyerjen a rendelkezésre állás szempontjából. Szintén figyelmet kell fordítani azon időszakra, amely alatt a berendezés működőképés, de külső okok miatt nem üzemel (például hűtővíz hiány vagy termelési terv hiánya).

A fenti példa jól illusztrálja a körültekintés szükségességét a mutatószámok alkalmazásának területén.

A MIKSZ együttműködött abban a másfél éves időtartamú, az EFNMS európai karbantartó szervezetek szövetsége és az amerikai SMRP karbantartó szervezet által megvalósított GMARI/GloMe nemzetközi projektben, amelynek célja a karbantartás teljesítményértékelésre alkalmas mutatók harmonizációja. A projekt tevékenységének eredményeképpen a közeljövőben, elektronikus formában, fog megjelenni a „Global Metrics Guidebook – GloMe” karbantartási mutatószámok alkalmazása témájú kézikönyv, melyről az EFNMS 11. számú, március 20.-án kiadott szakmai hírlevele is tájékoztat. A kézikönyv 36 SMRP és 40 az EFNMS által javasolt mutató összehasonlító elemzését valósítja meg. Azon túl, hogy tartalmazza a mutatók meghatározását, és kiszámítási példákat is bemutat, kitér alkalmazhatóságuk körülményeire és felhívja a figyelmet néhány használati kockázatra. Karbantartó szakemberek számára érdekes és hasznos tudásanyagot képvisel.

3. Az eszköztár fontos kelléke: az informatikai háttér

A karbantartás teljesítménymérő rendszernek fontos eleme az informatikai háttér. Manapság, az Ipar 4.0 korában, az informatikai megoldások alkalmazása megkerülhetlenné válik. Csak az a kérdés, hogy mennyire sikeresen tudják a cégek alkalmazni a kínálkozó megoldásokat a karbantartás hatékonyabbá tételében.

Néhány, a karbantartást támogató informatikai rendszerek koncepcionális tervezésével, kialakításával és üzemeltetőinek támogatásával foglalkozó szakember véleménye, hogy műszaki vonatkozásban, leggyakrabban, a berendezések rendelkezésre állását tekintik a karbantartás egyik legjellemzőbb mutatójának. Egy másik gyakori mutató gazdasági jellegű és a karbantartás erőforrás felhasználását méri a karbantartási költségen keresztül, illetve a költségek tény/terv számainak összehasonlításával. A költségfigyelésre alkalmazott mutatók leggyakrabban az anyag és alkatrész költségeket valamint a karbantartási beavatkozások alkalmával ráfordított saját illetve külső munkaerő költségeit számszerűsítik.

Ritkán mérik a karbantartási idők tény/terv arányát valamint a nem tervezett/tervezett karbantartási munkák arányát. Esetenként ha az illető cég nagyobb figyelmet fordít a teljesítmény mérésre, találkozhatunk az MTBF (mean time between failures, azaz meghibásodási idők átlaga) és az MTTR (mean time to restoration azaz helyreállítási idők átlaga) típusú mutatók használatával.

A megjelenő új igények kielégítése érdekében elvétve találhatunk példát CMMS rendszer újrahangolásra. A korábban bevezetett informatikai rendszerek megújítása azonban ritkaságszámba megy. Az átfogó felújítás feltételezné egy új koncepció terv kidolgozását és a rendszer nagyon sok elemének az újra-paraméterezését (mint például munka megrendelés típusok, hibakatalógusok, beavatkozási tevékenységek katalógusok, belső elszámolási szabályok stb. megújítása), új adatgyűjtési és adatleválogatási szabályok bevezetését, amelyek alkalmassá tennék a rendszert új lekérdezések alapján történő elemzésekre. Mindezek nem csak tetemes összegekbe kerülő külső szakértői és tanácsadói munkát igényelnek, hanem jelentős belső oktatási igényt generálnak, ami tovább drágítja az effajta projekteket. Néhány cégnél a már létező CMMS rendszer funkcióit bővítik mobil eszközök használatával a helyi munkavégzés támogatására illetve megteremtik az adatbevitel lehetőségét a termelés-irányító DCS és SCADA rendszerekből (üzemóra, teljesítmények stb.).

Az IPAR 4.0, IoT, Big data, AI, Machine Learning megjelenése arra sarkalja a műszaki menedzsmentet, hogy átgondolják a lehetséges fejlesztéseket. Bizonyos esetekben ez stratégiamódosításokat is jelenthet. A karbantartási területen maga után vonhatja a megelőző, állapotfüggő és javító karbantartások arányának megváltozását. A gyártóberendezésekre telepített érzékelőkből származó adatok elemzése alapján berendezés állapot előrejelzéseket lehet készíteni. Ezekre alapozottan, a korábbi módszereknél, például időszakos diagnosztikánál, jóval pontosabban lehet megbecsülni a meghibásodás bekövetkeztének valószínűségét és támogatni azokat a döntéseket, amelyek javítják a beavatkozások hatékonyságát. Megjegyzendő, hogy az adatgyűjtő rendszer kiépítése tűnik a feladat könnyebbik részének. Az igazi kihívás az adat-elemzési modellek kidolgozása és a kockázatelemző alkalmazások optimális kialakítása. Ezek korát éljük, de idehaza széleskörű elterjedésről még nem beszélhetünk.

„Hódító” vagy „Kalandor”? Új fogalmak a karbantartás-érettség mérésére.

Vajna Zoltán, főosztályvezető (doktorjelölt), MVM Paksi Atomerőmű Zrt. (Pannon Egyetem)

1. Bevezetés

A termelési kapacitások optimális kihasználása nem érhető el megtervezett és gazdaságosan működtetett karbantartás nélkül. A vezetők felismerték a karbantartás szervezésének kulcsszerepét, ezért fejlődtek ki a magasabb szintű tudást igénylő és egyre magasabb megbízhatósági szintet eredményező karbantartási stratégiák.

A karbantartási stratégiák a második világháború óta nagy fejlődésen mentek át. Kezdetben volt a hibáig tartó üzemelési stratégia, melyből a drága berendezések állapotának megóvása és a folyamatos tömegtermelés biztosítása érdekében alakult ki a tervezett megelőző karbantartás. Figyelembe véve, hogy ez a stratégia nincs tekintettel a berendezések állapotára, hanem ciklusokban gondolkodik, elmondható, hogy megvalósítása egy rendkívül drága karbantartáshoz vezetett. Ennek orvoslására fejlődtek ki a különböző monitorozó rendszerek, majd kellő mértékű térnyerésükkel létrejött az állapotfüggő karbantartás. Az állapotfüggő karbantartás után a karbantartó társadalom két ágra szakadt TPM (Total Productive Maintenance) és RCM (Reliability Centered Maintenance) stratégiát követőkre. Bár a két stratégia végrehajtása és filozófiája között nagy a különbség, valójában ez a különbség csak a szakirodalomban létezik. Oka, hogy a két stratégia célja, hogy a berendezések és a rendszerek megbízhatósága költséghatékonyan növekedni tudjon (Gosavi, Murray, Tirumalasetty, & Shewade, 2011), ezért piaci körülmények közt mindenki használ számos olyan eszközt, amelytől a karbantartási tevékenysége megbízhatóbbá és költséghatékonyabbá tud válni. (Horváth, 2019) Az üzleti folyamatok, amelyeket működtet a vállalat, nem alkalmasak arra, hogy egy-egy modellt tisztán rá lehessen ültetni annak tevékenységi körére. Meglátásom szerint kellően heterogénok a folyamatok ahhoz, hogy ne tudjuk azonosítani egyik tiszta elméleti modellel sem. De ha nem vagyunk képesek azt megállapítani, hogy egy adott vállalat milyen százalékban TPM vagy akár RBM (Risk Based Maintenance), akkor mit tudunk róla elmondani? Hogyan lehet ezeket a vállalatokat kategorizálni? Véleményem szerint ezt a kategorizálást egy karbantartás érettségi modell felállításával lehet megtenni, mely folyamat alapú, ezért kellő támogatást tud nyújtani azoknak a vezetőknek, akik tudni akarják, hogy az üzemeltetett folyamataik alapján, mennyire fejlett az ő karbantartási tevékenységük.

A jelen tanulmánnyal az az elsődleges célom, hogy bemutassam az empirikus alapokon felállított karbantartás érettségi modellem, amely bemutatja, hogy Magyarországon a B, C, D iparágakban és a víziközművek esetében milyen karbantartás irányítási irányokat lehet azonosítani és azok milyen hatékonysági szintet képviselnek.

2. Karbantartási tevékenységhez kapcsoló folyamatok

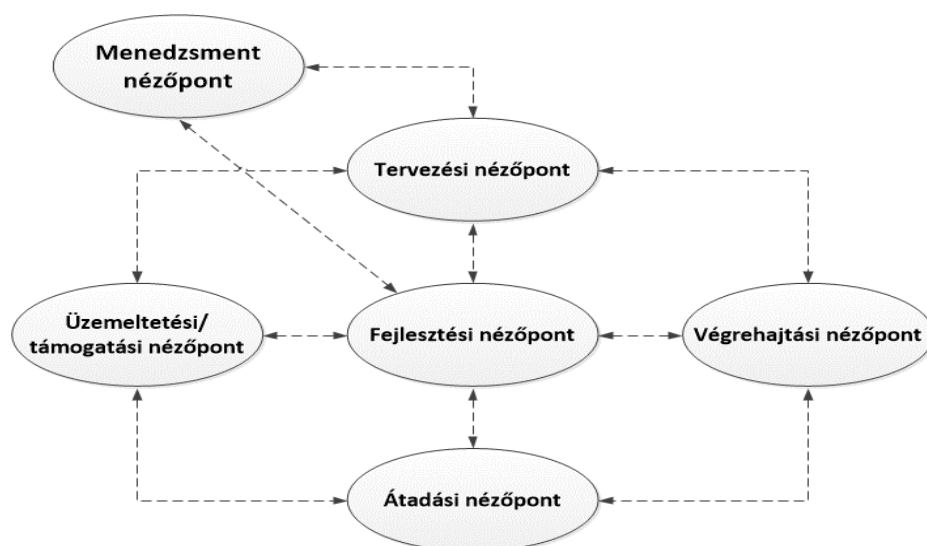
Egy karbantartási rendszer felépítése összetett folyamat. Nem elég csak azokkal a folyamatokkal foglalkozni, amelyek közvetlenül kapcsolódnak a karbantartási alaptevékenységhez, hanem figyelembe kell venni azokat a tényezőket is, melyek információt szolgáltatnak vagy felhasználnak. (Szűcs, 2011) Vermes Pál is a karbantartási rendszer komplexitása mellett érvel, melynek többek közt olyan elemei vannak, mint a költségmenedzsment, az erőforrásmenedzsment, a fejlesztés, az információmenedzsment, a humánmenedzsment, vagy a kapacitásmenedzsment és ezek a folyamatok elemek kapcsolatban

vannak egymással. (Vermees, 2011) Ezt a folyamat-érettséget én lépcsős modellként értelmezem és azzal a feltételezéssel élek, hogy akkor lehet egy magasabb érettségi szintre lépni, ha a szervezet az alsóbb lépcsőfokok érettségi követelményeit már sikeresen teljesítette.

A folyamat-érettség szempontjából hat fő területet vizsgállok, melyeket a Demming ciklus logikája szerint képeztem le. Ezek a területek a szervezetek egy-egy fő tevékenységi csoportját fogják össze, melyeket a továbbiakban nézőpontoknak hívok. Az alábbi hat nézőpontot különböztettem meg:

- Menedzsment nézőpont
- Tervezési/előkészítési nézőpont
- Végrehajtási nézőpont
- Átadási nézőpont
- Üzemeltetés támogatási nézőpont
- Folyamatos fejlesztésnek a nézőpontja.

Az alábbi ábra (1. ábra) ennek a modellnek a logikai felépítését mutatja be.



1. ábra: Érettség-modell folyamati felépítése (saját ábra)

A továbbiakban az egyes nézőpontok és az azokhoz tartozó folyamatokat ismertetem.

2.1. Menedzsment és fejlesztési nézőpont

A menedzsment nézőpont alá kerülnek azok az üzleti folyamatok, amelyek alapvetően az irányítási területhez tartoznak, azokon keresztül történik a szervezet irányítása. Ide tartoznak azok a folyamatok, amelyek általános üzleti policy-kat definiálnak a szervezeti egységek számára. A nézőpontban ezek az alábbi módon jelennek meg:

- **Karbantartási stratégia rendelkezésre állása:** a menedzsment felső szinten elkészíti a karbantartási stratégiáját, mely tartalmazza, hogy az adott berendezések beszerelése milyen elvek mentén történik és annak eredményeképp milyen karbantartási stratégiát kell alkalmazni. A fejlett szervezetek tudatosan kiépített karbantartási mix-szel rendelkeznek, annak az alkalmazásához szükséges módszertani útmutatóval és a javító intézkedések meghozatalához szükséges módszertannal.

- **Üzleti célok definiálása a karbantartás szempontjából:** a vállalat stratégiai tervében egyértelműen utalnak a karbantartási tevékenységgel szembeni elvárásokra. A karbantartás szempontjából ezek a célok számszerűsítve vannak.
- **Beszerzési stratégia:** a vállalat rendelkezik beszerzési stratégiával, melyben auditál, versenyeztet és visszaméri a vállalkozói teljesítményeket. A negatív módon teljesítőkkel szemben szankciók vannak megfogalmazva, mind rövid, mind hosszú távon.
- **Definiált KPI rendszer:** a karbantartási tevékenység folyamatosan monitorozva van és annak eredményeit jelentik a menedzsment irányítási rendszerébe. A KPI-ok elérendő szintjével kapcsolatosan célok vannak megfogalmazva. A KPI-ok mérése során a trendet követik, a beavatkozási pontok definiálva vannak (INPO, 2005).
- **Kockázatmenedzsment:** a vállalat rendelkezik kockázatmenedzsment tervvel, ennek része a BCP (Business Continuity Plan) is. A terv tartalmazza azt az általános elfogadott módszertant, melynek segítségével az egyes feladatok besorolását el lehet végezni, a berendezéseket osztályokba lehet sorolni. Értékelik a kockázatok minőségre, környezetre, egészségre gyakorolt hatását (Kovács, Kosztyán, & Csizmadia, 2014). A vállalati kockázatmenedzsment része a berendezések besorolása is.
- **Karbantartási SLA-k:** a BCP tartalmazza, hogy az adott üzemeknek mi az üzletfolytonosság megszűnése esetén a kárhatás és ez a terv alapján van meghatározva, hogy a karbantartásnak milyen reakció ideje kell, hogy legyen. Ezeket az SLA-k (Service Level Agreement) megjelennek a szerződésekben is.
- **Piackutatás végrehajtása:** a karbantartási tevékenység javításának érdekében folyamatosan végeznek a vállalatnál piackutatási tevékenységet, melynek eredményeit megosztják egymással. A megosztott értékelések során kvantitatív módszereket is alkalmaznak.
- **Munkavédelmi terv:** a vállalat rendelkezik általános munkavédelmi tervekkel, melyek a karbantartási tevékenységek elvégzése során felmerülő problémákra utalnak, általános elveket és megfogalmazásokat tartalmaznak a munka specifikus munkavédelmi terveinek elkészítésével kapcsolatosan. Foglalkoznak a tervezéssel, a biztonságos munkaterülettel, a felszereléssel, ellenőrzéssel (Balogh, 2010).
- **Környezetvédelmi terv:** a vállalat rendelkezik általános környezetvédelmi tervekkel, melyek a karbantartási tevékenységek elvégzése során felmerülő problémákra utalnak, illetve általános elveket és megfogalmazásokat tartalmaznak a munka specifikus környezetvédelmi terveinek elkészítésével kapcsolatosan.
- **Pénzügyi terv:** a pénzügyi tervezésnek szerves része a karbantartási tevékenység pénzügyi tervezése. A karbantartás pénzügyi tervezése a rendszerek megbízhatóságának figyelembe vételével - 0 bázis elvét követve, vagy historikus alapokon történik (Dhillon, 2002).
- **HR stratégia:** a HR fejlesztése stratégiai szinten történik. A karbantartók képzése tervezett és folyamatos, a különböző munkák elvégzése kompetenciákhoz van kötve. A karbantartási tevékenység erőforrás szerint monitorozva van, meg vannak határozva a kulcskompetenciák és azok átadása tervezett és ellenőrzött módon történik.
- **Információmenedzsment:** a folyamat működtetése során a szervezet leképezte a karbantartás irányítási folyamatokat informatikai rendszerekbe, létrehozta a karbantartást információval támogató adatbázisokat.

2.2. Tervezési/előkészítési nézőpont

A tervezési/előkészítési nézőpontba tartoznak azok a folyamatok, amelyeket a karbantartási tevékenység megkezdése előtt el kell végezni. Ide tartoznak a különböző tervezési, beszerzési, engedélyezési feladatok. A tervezési funkcióba az alábbi üzleti funkciók kerültek:

- **Szerződéskezelés:** a különböző feladatokra történő szerződéskötések auditált és a központi rendszerben szereplő vállalkozókkal történnek. A szerződések legalább tartalmazzák a műszaki tartalmat, a köteleességeket, a díjazásokat, a határidőket és a felelősségi köröket (Illés, Cselényi, & Németh, 2005). A szerződéseknek továbbá része a HR elvárás, a munkaetika és a jogi környezet.
- **Kapacitásmenedzsment:** a vállalat rendelkezik egy központi erőforrás adatbázissal, mely kiterjed az eszközökre és a HR területre is. A tervezés során ezeket az adatokat alkalmazzák. A kapacitásmenedzsment tervek eredménye visszaköszön a beszerzési tervekben és a beruházási döntésekben (Vermes, 2011) is.
- **Tervezési alapok:** a vállalat rendelkezik azzal a háttér dokumentációs renddel, amely ahhoz szükséges, hogy egy operatív munka során a szükséges dokumentumok rendelkezésre álljanak, és a karbantartási munka tervezését kellő mértékben támogatni tudják.
- **Konfiguráció menedzsment:** a karbantartás előkészítése során lehetőség szerint olyan eszközöket és anyagokat szereznek be, amelyek megfelelnek az adott berendezés konfigurációs adatbázisában foglaltaknak. A konfiguráció menedzsment célja a fizikai konfiguráció, a tervezési alapok és a rendelkezésre állódokumentációk közti egyensúlynak a megteremtése (EPRI, 2017).
- **Leállási és visszaindulási tervek:** a karbantartási tevékenység támogatására az üzem rendelkezik azokkal a tervekkel, munkaprogramokkal, amelyek mentén az üzemet kiveszik a termelésből és majd visszaindítják. Ezek a tervek képezik a karbantartás részletes ütemezését.
- **Karbantartás ütemezése, határidők, szköp:** ebben a folyamatban határozzuk meg, hogy a karbantartási projektnek melyek a határai és az eredménynek milyen követelménynek kell megfelelni. Priorizálunk, optimalizálunk a projektháromszög keretein belül (Kosztyán, 2013), a leghatékonyabb berendezés megbízhatóság helyreállításának érdekében (Kosztyán, Pribojszki-Németh, & Kovács, 2016). Az előkészítési munka során a karbantartás részletes ütemezése megtörténik, az adott feladatokat WBS szintre bontják, attól függően, hogy mikor, milyen szintű ütemezésről beszélünk. A különböző pontoknak meg vannak határozva az összefüggései és a szükséges erőforrásai is.
- **Engedélyeztetési folyamatok:** a vállalat rendelkezik azokkal a folyamatokkal, amelyek során az előzetes tervek jóváhagyása megtörténik. A jóváhagyás nem csak az ütemtervezésre, hanem a pénzügyi tervekre, konfigurációkra is vonatkozik.
- **Minőségmenedzsment tervezése:** a munka elkezdéséhez a végrehajtók specifikus minőségterveket készítenek, vagy munkaprogramok alapján dolgoznak. A munkaprogram tartalmazza, hogy mit, mikor, mi alapján, milyen kritérium szerint és kinek kell ellenőrizni. A tervben megtalálhatók a javítási és elfogadási folyamatok is.
- **Specifikus kockázatmenedzsment tervezés:** a munka elkezdéséhez a végrehajtók specifikus kockázatmenedzsment tervet készítenek. A terv tartalmazza, hogy milyen esetek fordulhatnak elő, amelyek a végrehajtás sikerességét veszélyeztetik

műszaki és humán szempontból, valamint mit kell tenni azok elkerülésére (Kuhn, 2016).

- **Specifikus környezetvédelmi tervezés:** a munka elkezdéséhez a végrehajtók specifikus környezetvédelmi tervet készítenek. A terv tartalmazza, hogy milyen esetek fordulhatnak elő, amelyek a végrehajtás sikerességét és a környezetet veszélyeztetik műszaki és humán szempontból, valamint mit kell tenni azok elkerülésére.
- **Specifikus költségtervek:** a karbantartási munkákhoz önálló pénzügyi tervek készülnek.

2.3. Végrehajtási nézőpont

A végrehajtási nézőpontba kerültek bele azok a folyamatok, amelyek az operatív karbantartói tevékenység irányításához szükségesek. Az irányítás mellett szintén itt kaptak helyet az ellenőrzési/kontrolling funkciókat ellátó folyamatok, mivel ezek adják meg az inputot az operatív irányításnak. Részei:

- **Karbantartás irányítás:** az operatív karbantartási tevékenységet egy szervezet/bizottság/személy irányítja-támogatja, szükség esetén beavatkozik.
- **Terjedelem-, és minőségmenedzsment:** a folyamat végrehajtása során a megbízott személyzet folyamatosan ellenőrzi, hogy a tervekben szereplő tevékenységek a technológiai utasításoknak megfelelő terjedelemben és minőségben készülnek el.
- **Kontrolling:** a kontrolling folyamat célja, hogy a karbantartás irányítás számára folyamatos információt szolgáltatson, hogy szükség esetén be lehessen avatkozni a folyamatba és a szükséges korrekciókat végre lehessen hajtani.
- **Naprakész munkavédelem, kockázatmenedzsment, környezetvédelem:** a megvalósítási fázisban a kockázatok, előírások folyamatosan nyomon vannak követve, szükség esetén, pedig a tervekben elvégzik a módosításokat. Célja a folyamatnak, hogy csökkentsék a kockázatokat (Sebestyén & Tóth, 2014), a lehetséges baleseteket, a környezeti károkat, képesek értelmezni a kitétséget (Kapás, 2015).
- **Tudásmenedzsment:** a karbantartásban a berendezések növekvő értékének köszönhetően felértékelődik a tudásmenedzsment (Gaál & Szabó, 2003), ezért a szakemberek a karbantartási tevékenység során folyamatosan építik a szervezet berendezéseivel, karbantartási tevékenységével kapcsolatos tudásbázist.
- **Változáskezelés:** a változáskezelési folyamat azt a célt szolgálja, hogy a tervektől való eltéréseket kezeljék. A munka során változásként kezelik azokat az eltéréseket, amelyek befolyásolják a tevékenység költségtervét, szakmai tartalmát, a határidőt vagy az elvégzett munka minőségét.

2.4. Átadási és üzemeltetési nézőpont

Az átadási nézőpont azoknak a folyamatoknak a gyűjtőhelye, amelyek azt hivatottak definiálni, hogy a tevékenység elvégzése után a berendezések milyen folyamatok mentén kerülnek vissza a termelésbe. A funkció magasszintű ellátásához az alábbi főbb folyamatokat kell működtetni:

- **Visszaindulási program támogatása/végrehajtása:** a karbantartó személyzet a visszaindulás során támogatja az üzemeltetést, rendelkezésre áll és szükség esetén beavatkozik. A folyamatba tartoznak azok a tevékenységek, amelyek a

karbantartási tevékenység átvételére irányulnak. Az ide tartozó tevékenységek a tervezési nézőpontban kerültek azonosításra.

- **Konfiguráció frissítése:** a folyamatba azok a tevékenységek tartoznak bele, amelyek azt szolgálják, hogy a karbantartás során keletkezett dokumentációk bekerüljenek a központi konfigurációs adatbázisba. A folyamat elsődleges célja a műszaki dokumentumok naprakészen tartása.
- **Teljesítések ellenőrzése:** a tevékenység azt a célt szolgálja, hogy a személyzet ellenőrzi a tervezési nézőpontban definiált kritériumok teljesülését, a munka során a változások megfelelő módon történő kezelését. A folyamatnak része az is, hogy ellenőrzik, hogy a tervek milyen pontossággal teljesültek, milyen tanulságokat lehet a projektből levonni.

Az üzemeltetés támogatása kapcsán a szervezetnek az alábbi kompetenciákkal kell rendelkeznie:

- **Monitorozás:** a tevékenység során a kritikusnak ítélt berendezések műszaki paraméterei rendszeresen monitorozva vannak, a mérések eredménye pedig elemezve.
- **Proaktív beavatkozás, incidens menedzsment:** a szervezet rendelkezik azzal a képességgel, hogy bizonyos események hatására proaktív módon beavatkozzon és biztosítsa a folyamatos üzletmenetet.
- **Életciklus menedzsment:** a szervezet képes arra, hogy a berendezéseket teljes életciklusukban nyomon kövessék, dokumentálják, és azt bármikor elérjék.
- **Ellenőrző körök működtetése:** az üzem normál működése alatt a különböző érintett szakterületek bejárják és ellenőrzik a berendezések működését, szükség esetén intézkednek.
- **Meghibásodás kivizsgálás:** a folyamat működtetése azt a célt szolgálja, hogy amennyiben az üzemelő berendezésekben nem várt meghibásodás keletkezik, ki legyen vizsgálva annak az oka és a következtetéseket a szervezet képes legyen levonni.

2.5. Folyamatos fejlesztés

A folyamatos fejlesztés nézőpontba kerültek azok a folyamatok, amelyek azt a célt szolgálják, hogy a karbantartási tevékenység folyamatosan fejlődjön, nőjön a berendezések kihasználtsága, megbízhatósága. E cél elérése érdekében a következő folyamatokat kell működtetni:

- **Vízió:** a vállalat rendelkezik azzal a szemlélettel, tudással, hogy adott időn belül hova szeretné magát pozícionálni. A vízió megvalósítását támogatja a karbantartási terület is.
- **Megbízhatóság növelése:** a szervezet rendelkezik a berendezések és rendszerek megfelelő szintű megbízhatósági mutatóival. A folyamat végrehajtása során a szakemberek programokat dolgoznak ki annak érdekében, hogy a rendszerek megbízhatósága növekedjen.
- **Mérési rendszer alkalmazása:** a vállalat stratégiai kontrolling rendszerrel rendelkezik, annak érdekében, hogy időben be tudjon avatkozni, amennyiben az szükséges.
- **HR fejlesztése:** annak érdekében, hogy egy versenyképes karbantartást tudjunk létrehozni, olyan kollégákra van szükség, akik maguk is versenyképes tudással rendelkeznek.

3. Alkalmazott mintavételezési eljárás ismertetése

A kutatásom elsődleges célja a B, C, D iparágakban és a víziközművek területén tevékenykedő vállalatok karbantartási szokásaiknak, a karbantartáshoz közvetlenül vagy közvetetten kapcsolódó folyamatoknak a megismerése és az azokkal kapcsolatos következtetések levonása. Ahhoz, hogy a kutatás eredménye reprezentatív legyen, két módszertan közül választhatok:

- minden egyes céget megkérdezek, aki az adott iparágban dolgozik, vagy
- valamilyen valószínűségi mintavételi eljárást alkalmazok.

A fenti két megoldás közül bármelyiket is választom, mindenképpen ismernem kell a teljes populációt. Ezt az információt meglátásom szerint két helyről lehetséges a „legkönnyebben” beszerezni. Az egyik ilyen információforrás a cégjegyzék, míg a másik a Központi Statisztikai Hivatal adatbázisa. Mivel a cégjegyzék adatbázisához exportálás céljából közvetlen módon nem tudtam hozzáférni, ezért a második lehetséges megoldást választottam, vagyis a KSH-tól szereztem be a megnevezett iparágakban tevékenykedő vállalatok, egyéb forrásokban nyilvánosan elérhető adatait. A KSH azért volt logikus választás, mert a 2016. évi CLV. törvény alapján rendszeresen végeznek kérdőíves felméréseket, így rendelkeznek a cég adatbázissal, amire nekem is szükségem van.

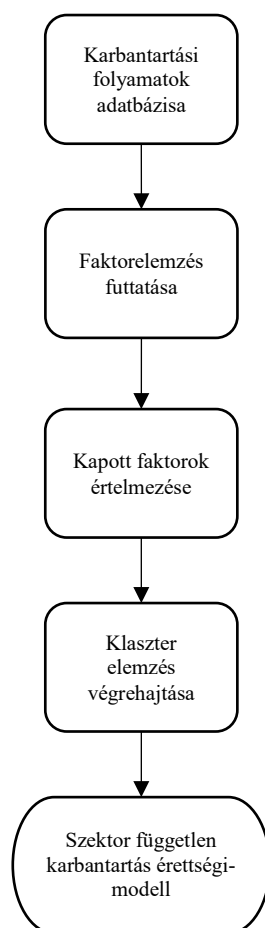
A kutatásom központi eszköze az erre a célra elkészült kérdőív, melynek a kitöltésére egy online felületet és egy Word dokumentumot készítettem. Az eszközökből, azt gondolom, hogy egyértelműen kiderül, hogy a mintavételezés során az online kommunikációt részesítem előnyben. Ebből kifolyólag a KSH-tól is csak azoknak a vállalatoknak az adataira van szükségem, akik rendelkeznek e-mail címmel. Ezzel a szűkítéssel igaz ugyan, hogy bizonyos vállalatokat kizárok a mintából, de felmerül bennem a kérdés, hogy vajon milyen karbantartási rendszerrel rendelkezhet az a társaság, akinek nincs bejelentett e-mail címe? Vagy egyáltalán rendelkezik-e karbantartási rendszerrel?

A fenti perem feltételek mentén kötöttem szerződést a Központi Statisztikai Hivatallal a B, C, D iparágakban gazdasági tevékenységet folytató vállalatok címlistájának beszerzésére, melynek eredményeképp 29989 gazdasági társaság elektronikus elérhetőségének a birtokába kerültem. A címlistát áttekintve a felmérésből töröltem azokat a vállalatokat, aki nem rendelkeztek professzionális e-mail címmel. Ezeket a vállalatokat a névkonvenciók alapján választottam ki. Tipikusan ilyen nem professzionális e-mail cím, ami például úgy képződik, hogy NEV+SZAM@gmail.com. Az adattisztítás után a B, C, D iparágakban összesen 23728 emailt küldtem ki.

A felmérés eredményeképp végül 203 kitöltött kérdőívet kaptam, mely nem elég ugyan arra, hogy a felmérésem reprezentatív legyen, de a 203-as elemszám elég arra, hogy a minta tekintetében különböző statisztikai módszerek segítségével következtetéseket tudjak levonni.

4. Érettségi modell felállításának módszertana

A karbantartás érettségi modell felállítására a folyamatok érettségének leírására létrehozott adatsorokkal dolgoztam. A modell felállítását két módon lehetséges elvégezni. Az egyik módszer alapján az adatsorban lévő rejtett struktúrák feltárása faktorelemzéssel, a másik lehetőség pedig az egyváltozós elemzések lehetőségeinek kihasználása. Jelen esetben a faktorelemzést választottam, majd második lépésben klaszterelemzést hajtottam végre az alábbi logikai folyamat szerint (2. ábra).



2. ábra: Érettségi modell felállításának logikai modellje (saját ábra)

A faktorelemzés során a cél, hogy a felmérés adataiból olyan látens struktúrákat tárjunk fel, amelyek elsőre nem teljesen egyértelműek. Ezzel az elemzési módszertannal létrehozhatunk olyan egymással nem korreláló faktorokat, amelyek nagy pontossággal képesek leírni az eredeti adatsort, az adatok számosságának a csökkentése mellett (Sajtos & Mitev, 2007). Az így kapott faktorok együttesen, klaszterekbe rendezve megadhatják a kívánt, szektorfüggetlen karbantartás érettségi modellt. Azért a klaszterelemzést választottam, mert így olyan osztályok jönnek létre, melyen belül az elemek hasonlítanak egymásra, viszont eltérnek a többi osztálytól (Madhulatha, 2012) és az így kapott osztályok alkalmasak lehetnek egy érettségi szint leírására.

5. Karbantartásérettség-modell felállítása

A kutatás reprezentativitásához szükséges határt ugyan nem sikerült elérnem, viszont mivel rendelkezem kellő mennyiségű válasszal a különböző statisztikai elemzések elvégzéséhez és a reprezentatív elemszám elérésének érdekében is megtettem mindent, ezért végrehajthatom a korábbi fejezetben ismertetett elemzéseket.

Annak érdekében, hogy el tudjuk dönteni, hogy az adatsor alkalmas-e arra, hogy faktoranalízist hajtsunk végre rajta, néhány elemzést el kell végezni. A faktoranalízis végrehajtásának akkor van értelme, ha az összevonní kívánt adatok korrelálnak egymással, vagyis a változók redundáns információt tartalmaznak. Ennek a feltételnek az ellenőrzésére KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) tesztet kell végrehajtani, melyet akkor fogadhatunk el, ha annak értéke 0,5 fölött van. Ha a KMO értéke teljesíti a 0,5-ös határt, akkor el kell még végezni a

Bartlett-féle szfericitási próbát, mely a változók függetlenségét vizsgálja. A cél a szfericitási hipotézis elvetése (Ketskeméty, Izsó, & Könyves Tóth, 2011).

Az elemzések alapján a KMO értéke 0,965, ami a kiváló tartományt jelenti és a Bartlett teszt sem szignifikáns, ezért kimondhatjuk, hogy az adatsorunk alkalmas a faktoranalízis végrehajtására. Ha a KMO értéke megfelelő és a Bartlett teszt sem hozott szignifikáns eredményt, akkor a változók kommunalitását kell megvizsgálni, mely azt mutatja, hogy az adott változó varianciájának az összes faktor hányad részét magyarázza. Amennyiben ez az érték nem éri el a 0,25-öt, úgy a változót el kell hagyni és meg kell ismételni az elemzést (Sajtos & Mitev, 2007). Az elemzés eredményeképp megállpítható, hogy mindegyik változó értéke meghaladja a 0,25-ös küszöb értéket, így az alacsony kommunalitás végett nem kell elhagynunk egy változót sem.

A következő feladat annak a meghatározása, hogy hány faktorba vonjuk össze a változóinkat. Ezt úgy tudjuk meghatározni, hogy ábrázoljuk a faktorok magyarázó erejét és a könyökszabályt alkalmazzuk. Mivel az elemszámunk 200 felett van, ezért alkalmazhatjuk a könyökszabályt, mely szerint annyi faktor számot tartunk meg, amennyit az inflexiós pont meghatároz. Általános szabályként mondhatjuk azt is, hogy azokat a faktorokat őrizzük meg, melyeknek a magyarázó ereje egynél nagyobb, de ez esetlegesen a faktorok magas számát eredményezi, ami nehezíti a faktorok értelmezését (Yong & Pearce, 2013). Ez a jelen esetben 15 faktort eredményezne, amit valóban már csak nehezen tudnék értelmezni. Mivel fontosabb számomra, hogy a faktorokat könnyen tudjam értelmezni, mint az, ha veszítek a magyarázóerőből, ezért a magyarázhatóság végett végül úgy döntöttem, hogy a modellem felállítására két faktort fogok alkalmazni és a két változóm a teljes varianciának a ~66,5% -át magyarázza, ami még statisztikai szempontból megfelelő.

Most, hogy eldöntöttem, hogy a faktoranalízist két faktossal futtatom le, az elemzés megisméltése után felállítom a modellt. Az elemzés során a faktorokat Varimax módszerrel rotálom és elhagyom azokat a változókat, amelyek nem sorolhatók egyértelműen valamelyik faktorhoz. A nem illeszkedő változók elhagyása után a következő táblázatban (1. táblázat) szereplő faktorok képződtek:

1. táblázat: Rotált faktor mátrix (saját szerkesztés)

	Komponensek	
	Műszaki faktor	Gazdasági faktor
A menedzsment elkészíti a karbantartási stratégiáját ..	,361	,689
A vállalat stratégiai tervében egyértelmű utalás van a karbantartási ...	,348	,727
A vállalat rendelkezik beszerzési stratégiával, melyben auditál, versenyeztet ...	,259	,698
A karbantartási tevékenység folyamatosan monitorozva van és annak eredményeit ...	,331	,777
A BCP tartalmazza, hogy az adott üzemnek mi az üzletfolytonosság megszűnése esetén ...	,477	,609
A karbantartási tevékenység javításának érdekében folyamatosan végeznek ...	,401	,599
A vállalat rendelkezik általános munkavédelmi tervekkel, melyek a karbantartási ...	,396	,694
A vállalat rendelkezik általános környezetvédelmi tervekkel, melyek a karbantartási.	,393	,672
A pénzügyi tervezésnek szerves része a karbantartási ...	,386	,707
A folyamat működtetése során a szervezet leképezte a karbantartás irányítási ...	,486	,646
A különböző feladatokra történő szerződéskötések auditált vállalkozókkal történnek.	,399	,717
A vállalat rendelkezik azzal a háttér dokumentációs renddel, amely ahhoz szükséges ...	,620	,473
Meghatározásra kerül, hogy egy karbantartási projektnek mik a határai, milyen ...	,542	,645
A vállalat rendelkezik azokkal a folyamatokkal, amelyek során az előzetes tervek ...	,488	,660
A végrehajtók specifikus minőségterveket készítenek, vagy munkaprogramokat ...	,536	,652
A karbantartási munkákhoz, feladatokhoz önálló, projekt szintű pénzügyi tervek készülnek.	,480	,616
Az operatív karbantartási tevékenységet egy szervezet/bizottság/személy irányítja ...	,584	,455
A megbízott személyzet folyamatosan ellenőrzi, hogy a tervekben szereplő tevékenységek ...	,734	,392
A kontrollíng folyamat célja, hogy a karbantartás irányítás számára folyamatos ...	,733	,393
Megvalósítási fázisban a kockázatok, előírások folyamatosan nyomon vannak követve ...	,748	,457
A karbantartási tevékenység során folyamatosan építik a szervezet berendezéseivel ...	,762	,417
A változáskezelési folyamat azt a célt szolgálja, hogy a tervektől való eltéréseket kezeljék.	,677	,506
Konfiguráció frissítési folyamatba azok a tevékenységek tartoznak bele, amelyek ...	,713	,445
Teljesítések ellenőrzése során a személyzet ellenőrzi a tervezési fázisba definiált ...	,695	,534
A kritikusnak ítélt berendezések műszaki paraméterei rendszeresen monitorozva vannak ...	,731	,381
A szervezet rendelkezik azzal a képességgel, hogy bizonyos események hatására ...	,774	,310
A szervezet a berendezéseket teljes életciklusukban nyomon követi, dokumentálja ...	,702	,448
Az üzem normál működése alatt a különböző érintett szakterületek egyszerre járják ...	,745	,353
Az előírt folyamatok szerint amennyiben az üzemelő berendezésekben nem várt ...	,682	,391
A vállalat rendelkezik azzal a szemlélettel, tudással, hogy adott időn belül hova szeretné ...	,691	,487
A szakemberek programokat dolgoznak ki annak érdekében, hogy a rendszerek ...	,736	,390
A szervezet rendelkezik megvalósított elképzeléssel, azzal kapcsolatosan, hogy ...	,754	,387
Mérik a HR kapacitásokat, fejlesztési utakat határoznak meg és biztosítják az új ...	,702	,348

A 1. táblázatban szereplő két faktort elemezve, azt mondhatjuk, hogy folyamat szempontról két értelmezhető faktort kaptunk. Az egyik faktor azokat a folyamatokat tartalmazza, amelyek műszaki tevékenységekkel kapcsolatosak, míg a másik faktor olyan folyamatokat ölel fel, amelyek különböző menedzsment funkciókat támogatnak. Ez alól kivételt képez az első faktorban található négy folyamat, de mivel nem feltétlenül központi irányítási folyamatok, ezért nem változtatok a modellen. A faktorok elnevezését is e logika alapján végzem el, vagyis „Műszaki faktor” és „Gazdasági faktor”.

A következő lépésként elhatározott klaszterek felállítására az IBM SPSS programcsomagot használtam, azon belül pedig a K-Means funkciót. A módszer lényege abban

rejlik, hogy az adott elemeket abba a klaszterbe sorolja az algoritmus, amelyik klaszterközepéhez képest a legkisebb az euklideszi távolsága (Ketskeméty, Izsó, & Könyves Tóth, 2011). Eleinte a klaszterközépek átmenetiek, az iterálások során változnak. A klasztereket akkor tekintjük véglegesnek, ha már az újabb iterálás során nem változik a helye. Fontos feltétele a középpont módszernek, hogy a klaszterek számát a vizsgálat elején meg kell határozni. Ezt meghatározhatjuk egy hierarchikus klaszterelemzéssel, de mi magunk manuálisan is megadhatjuk (Sajtos & Mitev, 2007). Jelen helyzetben a klaszterszámok manuális megadása célravezetőbb, ezért azt négyben határoztam meg és futtattam le az elemzést. A végrehajtott elemzés szerint a következő klaszterközépek alakultak ki (2. táblázat):

2. táblázat: Klaszter középpontok (saját szerkesztés)

	Végső klaszter központok			
	Klaszter			
	Kalandorok	Kormányzók	Hódítók	Katonák
Műszaki faktor	-,436	-,890	1,004	1,353
Gazdasági faktor	-,790	,840	,861	-,949
Elemzés	80	51	49	23

A klaszterek értelmezése során megállapíthatjuk, hogy az 1-es számú klaszterbe olyan cégek kerültek, ahol a folyamatok érettsége alacsony szinten van műszaki és gazdasági szempontból is. Ők egyértelműen elmaradnak a szabályozottság tekintetében a többiekől, ők az üzleti folyamataikat ad-hoc módon működtetik, sikereik a szerencsén múlnak. A második faktorban azok a vállalatok kaptak helyet, amelyek nem helyeznek nagy hangsúlyt a műszaki folyamataikra, viszont a menedzsment folyamataik előtérben vannak. Ők elsősorban irányítani szeretnének, a hogyan meg elengedik. A harmadik faktorban azok cégek találhatóak, amelyek a műszaki és a menedzsment folyamataik terén a kiválóságra törekednek. A negyedik és egyben az utolsó faktorban, pedig azok a társaságok foglalnak helyet, melyeknél a műszaki folyamatok előtérben vannak, a gazdaságiak pedig nem. Ők inkább az operatív dolgokkal foglalkoznak, például inkább a kivitelezést tökéletesítik.

A négy klaszter elnevezéséhez a történelmi időkbe nyúlok vissza és úgy nevezem el őket, ahogy régen a nemzetek a hódításaik során viselkedtek. Ez alapján, az alábbi klasztereket különböztetem meg:

- **Kalandorok:** ők az első klaszter. Ahogy régen a kalandorok egyik percről a másikra cselekedtek, portyáztak, raboltak és a rövidtávú érdekeiket tartották számon, úgy igaz ez az első klaszterre is. A folyamataik kezdetlegesek, nem képeznek igazán nagy átütőerőt, a sikereik a szerencsén múlnak és a szabályozatlanságuk végett az elkönyvelt sikereiket csak a szerencsének köszönhetik. Céljuk: gyors sikerek elérése.
- **Katonák:** ők képviselik a negyedik klaszterben lévőket. Figyelmük elsősorban a műszaki tevékenységen van, és ahogy a katonák ők is csak az elérendő célra, a legnagyobb megbízhatóságra törekednek és hogy azt milyen áron érik el, arra kevés hangsúlyt helyeznek. A fókusz az elérendő célra helyeződik. Céljuk: a magas megbízhatóság.
- **Kormányzók:** a második klaszter tagjait kormányzóknak neveztem el. Ők elsősorban a profittal foglalkoznak, azzal, hogy azt hogyan érik el, de hogy milyen műszaki folyamatokat kell működtetni, az nem kerül kellő mértékben előtérbe. Ők azok, akik csak a profitot akarják realizálni, mint azok a gyarmatokra kihelyezett kormányzók, akik nem sokat törődnek azzal, hogy a leigázott nép hogyan fizeti meg a tizedet, a lényeg, hogy befizesse. Céljuk: a magas profit.

- **Hódítók:** a harmadik klaszter tagjai a hódítók. Ők azok, akik nem kizsákmányolni akarnak, hanem hosszú távon is fenntartható profitot akarnak elérni és ennek érdekében a műszaki és a gazdasági folyamatokat is kellően magas szinten működtetik. Mint azok a nemzetek, akik nem csak rövid távú előnyöket várnak egy új terület elfoglalásától, hanem a teljes integrációt. Ezek a cégek értékalapon gondolkodnak a karbantartásról és céljuk a profit hosszú távú fenntarthatósága.

Ahogy a nemzetek evolúciójuk során fejlődnek, döntések elé kerülnek a cégekhez hasonlóan. Eleinte amikor viszonylag alacsony a méretük, kezdetleges ad-hoc folyamatokat működtetnek, melyekkel képesek ugyan sikereket elérni, de ez a gerilla állapot nem tartható fenn sokáig. Ha a cég fejlődésnek indul, akkor annak fényében, hogy a műszaki vagy a gazdasági folyamatainak fejlesztését helyezi előtérbe, így lehet kalandorból katona vagy kormányzó. A katonák és a kormányzók is féllábasok, hiszen hiányzik a műszaki vagy a gazdasági funkció megfelelő szabályozottsága, így, ha eléri a fejlődésben azt a kritikus tömeget, amikor már nem elég az egyik láb, akkor kifejleszti/szabályozza a másik területet is és eléri az érettség legmagasabb szintjét, hódítóvá válik. A megalkotott karbantartásérettség-modellt a 3. ábra tartalmazza.



3. ábra: Karbantartásérettség-modell (saját ábra)

6. A karbantartás érettségi modell és a karbantartás hatékonysága közti kapcsolat feltárása

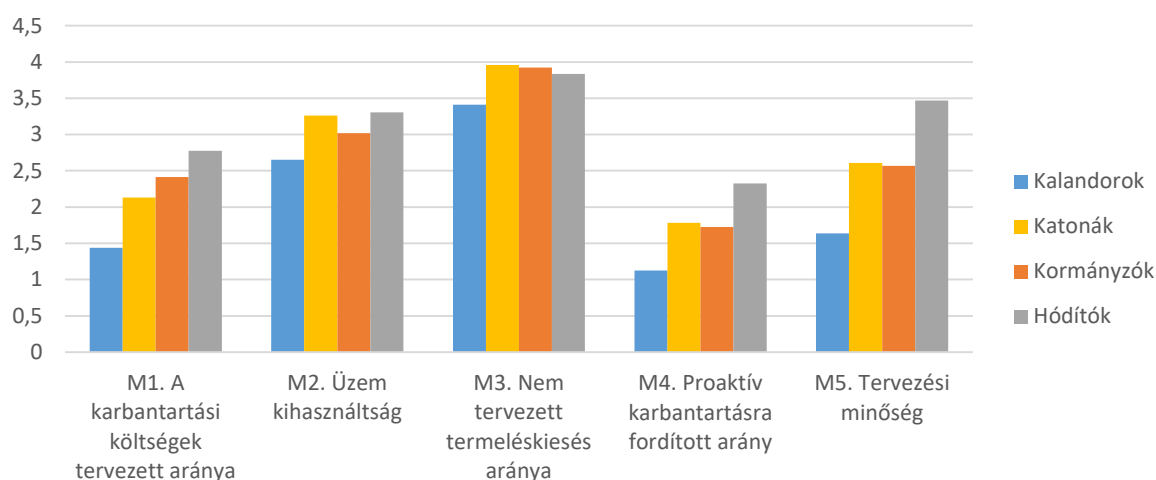
Minden egyes szervezet számára mást és mást jelent a hatékonyság. Van, ahol fontos a gyors beavatkozás a hibák elhárítására, de van, ahol a tervezés minősége kap nagyobb figyelmet. Mivel a karbantartás hatékonysága egy többtényezős, szervezetenként változó szubjektív dolog, aminek a meghatározására a jelen terjedelemben nem vállalkozom.

Egy korábbi empirikus kutatásom során karbantartásban dolgozó vezetők támogatásával meghatároztam, hogy melyek azok a mutatók, amelyek az ő szempontrendszerük alapján a legfontosabbak. A felmérés eredményeképp az alábbi öt mutató bizonyult a legfontosabbnak:

- **Nem tervezett termelés kiesés aránya:** nem tervezett termelés kiesés végett kiesett idő az elméleti maximális üzemidőhöz képest. Ez arra ad választ, hogy mennyire hibamentes a karbantartási tevékenység és azt mennyire tervezzük jól.
- **Üzem kihasználtság:** mekkora a ténylegesen termeléssel eltöltött idő a maximális értékhez képest. Ez a mutató elsősorban a kritikus utak hosszára (bottleneck) mutat rá, ami szervezéssel csökkenthető.
- **Proaktív karbantartásra fordított arány:** proaktív karbantartás és a teljes karbantartási ráfordítás aránya adott naturáliákban. Ez az arány azt emeli ki, hogy milyen erőfeszítést teszünk annak érdekében, hogy egy gépet ne kelljen megállítani.
- **Tervezési minőség:** terv szerint elvégzett karbantartási munkák aránya az összes tervezett karbantartási tevékenységhez képest (Kister & Hawkins, 2006). A tervezési minőség arra világít rá, hogy milyen mértékben látjuk az összes feladatot és azok méretét mennyire becsüljük meg helyesen.
- **A karbantartási költségek tervezett aránya:** tervezett karbantartási költségek az összes karbantartási költséghez viszonyítva. A költségek tervezett aránya szintén a tervezési tevékenység minőségét jelzi.

A karbantartási KPI-k és a korábban felállított karbantartás érettségi modell közt lévő kapcsolatot statisztikai módszer segítségével kerestem. Ahhoz, hogy eldönthessem, milyen statisztikai eljárást választok a két változó közti kapcsolat feltárására, ahhoz először tudnom kell, hogy a változók eloszlása normális eloszlású-e. Ha az, akkor használhatok például F-próbát, ha nem normális, akkor pedig Mann-Whitney próbát. A normalitás ellenőrzésére Kolmogorov-Smirnov (K-S) tesztet hajtok végre, amely talán az egyik legismertebb eljárás az adatsorok normalitásának ellenőrzésére. (Bryman & Cramer, 2005) A K-S teszt egy eloszlás független eljárás, amellyel adatsorok egymáshoz viszonyított eloszlását vizsgáljuk (Mehta & Patel, 2010). Ha a K-S tesztet a normalitás ellenőrzésére használjuk, akkor a teszt során az adatsorunk eloszlását hasonlítjuk egy normális eloszlású, fixált paraméterekkel rendelkező adatsorhoz (Drezner & Mihaylo, 2008). Az SPSS programcsomag is tartalmazza a K-S tesztet, így viszonylag könnyen ellenőrizhető adatsor elosztása. Az elemzésből egyértelműen kiderült, hogy a karbantartás hatékonysági mutatók nem követnek normális elosztást, így az F-próbát nem alkalmazhatom.

Mielőtt megvizsgálánk, hogy a klaszterekhez tartozó KPI-k terén szignifikáns különbség van-e, nézzük meg, hogy mire számíthatunk. A 4. ábra a KPI-k átlagértékeit mutatja az adott érettségi szintekhez.



4. ábra: KPI-k várható értéke érettségi szintenként (saját ábra)

Ahogy a 4. ábra szerint a KPI-k a Kalandoroknál minden esetben a legalacsonyabb szinten vannak, majd a harmadik vagy második helyen vagy a Kormányzók vagy a Katonák következnek. A többi esetben a Hódítók vannak első helyen, egy esetet leszámítva az M3-as mutatót, amely a „Nem tervezett termelésekiesés aránya”. Első ránézésre azt az eredményt kaptam, amelyet vártam. A Kalandorok, akik folyamataik tekintetében a legalacsonyabb fejlettségi szinten vannak, rendre elmaradnak a KPI-k terén is. A második és a harmadik helyen felváltva osztoznak a Kormányzók és a Katonák, ahol a gazdasági folyamatok vagy a műszaki folyamatok vannak előtérbe helyezve. A „verseny” győztese a Hódítók, akik nem csak a folyamataik fejlettségének tekintetében járnak elől, de a KPI-k szempontjából is az öt esetből négyben első helyezettek. A 4. ábra alapján azt mondhatnánk, hogy a folyamatok érettsége, amely meghatározza a karbantartás érettségét, hatással van a KPI-k mértékére. Azt gondolom, hogy ezt csak abban az esetben jelenthetjük ki, ha a csoportok közt a KPI-k terén szignifikáns különbség van. Mivel a KPI-k nem követnek normális elosztást, ezért F-próbát nem alkalmazhatunk, viszont Mann-Whitney próbát igen. A Mann-Whitney próbával azt vizsgálom, hogy az adott csoportok közt szignifikáns különbség van-e.

A vizsgálatok részletes számításait területi korlátok végett nem részletezném vizsgálat eredményeit a 3. táblázatban foglaltam össze. A cellákba azokat az értékeket tettem bele, amelyeknél a sorban szereplő szint magasabb értéket eredményezett, mint az oszlopban lévő érettségi szint. Ahol a különbség szignifikáns volt, ott az adott hatékonysági mutatót még kiemeltem félkövérrel.

3. táblázat: Érettségi szintek közti különbségek karbantartás hatékonyság szempontjából (saját szerkesztés)

	Kalandorok	Katonák	Kormányzók	Hódítók
Kalandorok	-	0	0	0
Katonák	M1, M2, M3, M4, M5	-	M2, M4	0
Kormányzók	M1, M2, M3, M4, M5	M1, M3	-	M3
Hódítók	M1, M2, M3, M4, M5	M1, M2, M3, M4, M5	M1, M2, M4, M5	-

Amennyiben a 3. táblázatban található relációkat hierarchikus formában ábrázolom, úgy az alábbi ábrát (5. ábra) kapom.



5. ábra: A karbantartás-érettség és a karbantartás hatékonyságának kapcsolata (saját ábra)

Összefoglalva az eredményeket, azt láthatjuk, hogy az adatok a 30 lehetséges esetből 26 esetben hoztak az érettség-modellnek megfelelő irányú különbséget és ezek a különbségek 14 esetben voltak szignifikánsak. Ezért azt gondolom, hogy a jelen fejezetben ismertettek alapján a H3 hipotézist, mely szerint „Egy vállalat minél magasabb karbantartási folyamatainak képességi szintje, annál jobb a rendszerek műszaki és gazdasági megbízhatósága, tervezhetősége”, részben igazoltnak tekintem. Azért csak részben, mert ha az összes lehetséges variációt nézem, akkor a klaszterek közt 46%-ban volt szignifikáns különbség. Ha figyelembe veszem, hogy a Kormányzók és a Katonák azonos hatékonyság érettségi szintet képesek elérni, akkor ez az arány 56%-ra emelkedik, és így az ő kapcsolatuknál nem érdemes különbséget keresni.

7. Szakemberek által meghatározott fejlődési irányok

Az modell megalkotásakor felvázoltam egy lehetséges fejlődési irányt a modellben, de vajon mit gondolnak a kutatás kérdéseire válaszolók? A jelen alfejezetben erre a kérdésre keresem a választ, azzal hogy megvizsgáltam a folyamatok jelenlegi szintje és az elérni kívánt folyamatok szintje közötti különbséget. Az elemzést az alábbi lépések mentén hajtottam végre:

- Meghatároztam az érettség-modellben résztvevő karbantartási folyamatok jelenlegi és elvárt szintjét, majd a köztük lévő különbséget, melyet fejlesztési igénynek hívok. Vagyis:
 - *Gazdasági folyamatok jelen értéke* = \sum *Gazdasági faktort magyarázó folyamatokhoz tartozó jelenlegi érték*
 - *Műszaki folyamatok jelen értéke* = \sum *Műszaki faktort magyarázó folyamatokhoz tartozó jelenlegi érték*
 - *Gazdasági folyamatok kívánt értéke* = \sum *Gazdasági faktort magyarázó folyamatokhoz tartozó elvárt érték*
 - *Műszaki folyamatok kívánt értéke* = \sum *Műszaki faktort magyarázó folyamatokhoz tartozó elvárt érték*
 - *Gazdasági fejlesztési igény* = *Gazdasági folyamatok kívánt értéke* – *Gazdasági folyamatok jelen értéke*
 - *Műszaki fejlesztési igény* = *Műszaki folyamatok kívánt értéke* – *Műszaki folyamatok jelen értéke*
- Meghatároztam, majd megvizsgáltam az érettség-faktorokhoz tartozó különbség értékét. Érettség faktoronként vizsgáltam:
 - *Gazdasági folyamatok jelen értéke* és az elvárt érték közti különbséget.
 - *Műszaki folyamatok jelen értéke* és az elvárt érték közti különbséget.
 - A gazdasági fejlesztési igény és a műszaki fejlesztési igény közti relációt.
- Megpróbálom a lehetséges következtetéseket levonni.

Az elemzéshez Wilcoxon nem parametrikus próbát hajtottam végre, melynek az eredményeit a továbbiakban ismertetem. Az elemzés bemeneti adatait a 4. táblázat tartalmazza.

4. táblázat: Fejlődési irányok (saját szerkesztés)

	Átlag			
	Kalandorok	Kormányzók	Katonák	Hódítók
<i>Gazdasági folyamatok jelen értéke</i>	12,113	33,941	27,609	53,633
<i>Gazdasági folyamatok kívánt értéke</i>	23,525	45,471	38,391	61,939
<i>Műszaki folyamatok jelen értéke</i>	15,150	25,980	57,174	64,776
<i>Műszaki folyamatok kívánt értéke</i>	25,838	42,157	50,261	74,674
<i>Műszaki fejlesztés igény</i>	10,688	11,529	-6,913	9,898
<i>Gazdasági fejlesztési igény</i>	11,413	16,177	10,783	8,306

A fejlődési irány meghatározására a korábban bemutatott logikára építve Wilcoxon próbát végeztem a fejlődési igényekre. Megvizsgáltam, hogy a fejlődési igény az szignifikánsan több-e az aktuális állapothoz képest és ellenőriztem, hogy a fejlődést a gazdasági vagy inkább a műszaki területen látják. A 4. táblázat alapján a Kalandoroknál megállapítható, hogy:

- A kalandorok esetében azt láthatjuk, hogy többségben vannak azok a vélemények, amelyek szerint fejlődniük kell. A fejlődési lehetőséget egyaránt látják a műszaki és a gazdasági folyamataik kompetencia szintjének növelésében, szignifikáns fejlődést szeretnének elérni.
- Mivel a Kalandoroknál gazdasági és a műszaki fejlődési igények közt nincs szignifikáns különbség, így a fejlődési lehetőséget a két területen azonos mértékben látják.

A Kormányzók esetében bizonyos szempontból hasonló a helyzet. Ők is felismerték, hogy mindkét területen fejlődniük kell, viszont már tisztában vannak vele, hogy mivel a műszaki területen nagyobb az elmaradásuk, ezért ők a műszaki folyamatokra nagyobb hangsúlyt fektetnének. A folyamatok közti különbségek szignifikánsak.

A Katonák esetében a Gazdasági fejlődési igény magasabb, mint a Műszaki fejlesztési igény, ami rendjén is van, hiszen ott van nagyobb elmaradásuk. Emellett elmondható, hogy a gazdasági folyamatok terén is szignifikáns fejlődési potenciált látnak, műszaki területen pedig szignifikáns túlszabályozottságot.

Ami a Hódítókat illeti, ők a Kormányzókhoz hasonlóan látják a fejlődési irányokat. Úgy gondolják, hogy műszaki folyamataikat a jelenlegiekhez képest, még ha kis mértékben is, de szignifikánsan kellene fejleszteni, a műszaki és a gazdasági folyamataikhoz hasonlóan.

Összességében elmondható, hogy a Kalandorokat kivéve, mindegyik klaszter tagjai általánosságban a saját gyengeségeit szeretné fejleszteni, ezen túlmenően a Katonák a műszaki folyamataikat túlszabályozottnak érzik. A Kalandorok, mivel általános a lemaradásuk, a jövőt az azonos mértékű fejlődésben látják.

Hivatkozások

- Alsyouf, I. (2009). Maintenance Practices in Swedish Industries: Survey Results. *Int. J. Production Economics*, 212-223.
- Balogh, K. (2010). Miért a Karbantartás. *Munkavédelem és biztonságtechnika*, 8-13.
- Berg, H.-P. (2010). Risk Management: Procedures, Methodes and Experiences. *Reliability: Theory & Applications*, 79-95.
- Bryman, A., & Cramer, D. (2005). *Quantitative Data Analysis with SPSS 12 and 13*. New York: Taylor & Francis e-Library.
- Csallner, A. E. (2015). *Bevezetés az SPSS statisztikai programcsomag használatába*. Szeged: Szegedi Tudományegyetem Juhász Gyula Pedagógusképző Kar.
- Dhillon, B. S. (2002). *Engineering Maintenance: A Modern Approach*. Boca Raton: CRC Press.
- Drezner, Z., & Mihaylo, S. (2008. October). A Modified Kolmogorov-Smirnov Test for Normality. *Communication in Statistics- Simulation and Computation*, 39.
- EPRI. (2004). *Karbantartás utáni tesztelés: Referencia útmutató, 1-es Revízió, (Korábban NP-7213)*. Palo Alto: Electric Power Research Institute.
- EPRI. (2017). *Configuration Management Guideline for Generation Facilities*. Palo Alto: Electric Power Research Institute.
- EPRI. (2020). *Digital Systems Engineering: Configuration Management Guideline*. Palo Alto: Electric Power Research Institute.
- Farkasné, A. A. (2003). Számítógépes Karbantartás-Irányítási Rendszerek. *Magyar Grafika*, 26-29.
- Gaál, Z., & Szabó, L. (2003). Tudás- és Kompetenciamenedzsment a Karbantartásban. In Z. Gaál, *Tudásbázisú Karbantartás* (old.: 9-26). Veszprém: Pannon Egyetem.
- Gaál, Z., Szabó, L., & Obermayer-Kovács, N. (2009). "Tudásmenedzsment-Profil" Érettségi Modell. *Vezetéstudomány*, 2-15.

- Gosavi, A., Murray, S. L., Tirumalasetty, V., & Shewade, S. (2011. September). A budget-sensitive approach to scheduling maintenance in a total productive maintenance (TPM) program. *Engineering Management Journal*, Vol. 23(No. 3), 46-56.
- Gregász, T., & Korondi, E. (2008). Influence of Maintenance Strategies on Environmental Load. *Acta Polytechnica Hungarica*, 29-37.
- Horváth, C. (2019). Megatrendek a Karbantartás-Szervezés Tudományában. In F. Dr. Bognár, *Karbantartás-Menedzsment* (old.: 43-63). Veszprém: Pannon Egyetem.
- IAEA. (2010). *Information Technology for Nuclear Power Plant Configuration Management*. Vienna: International Atomic Agency.
- Illés, B., Cselényi, J., & Németh, J. (2005). Hálózatszerűen Működő Karbantartás, Felújítás és Hálózatépítés Logisztikai Rendszereinek Tervezési és Irányítási Módszerei. *Mechatronika*, 149-164.
- INPO. (2001). *Equipment Reliability Process Description - AP913*. Atlanta: Institute of Nuclear Power Operations.
- INPO. (2005). *Guidelines for Performance Improvement at Nuclear Power Stations (INPO 05-005)*. Atlanta: Institute of Nuclear Power Operations.
- INPO. (2010). *A karbantartási célú főjavítás sikeres előkészítése (INPO 10-009)*. Atlanta: Institute of Nuclear Power Operations.
- INPO. (2016). *A Berendezés Megbízhatóság Folyamat Leírása (AP-913)*. Atlanta: Institute of Nuclear Power Operations.
- Kapás, Z. (2015). A Kockázatlanú Prevenció Néhány Alapvető Munkavédelmi Kérdése. *ISD Dunaferr Műszaki Gazdasági Közlemények*, 49.
- Kaplan, R., & Norton, D. (2005). *Stratégiai Térképek: Hogyan Alakulnak Át az Immateriális Javak Pénzügyi Eredménnyé?* Budapest: Panem.
- Ketskemény, L., Izsó, L., & Könyves Tóth, E. (2011). *Bevezetés az IBM SPSS Statistics programrendszerbe* (3. kötet). Budapest: Artéria Stúdió Kft.
- Kister, T. C., & Hawkins, B. (2006). *Maintenance Planning and Scheduling Handbook*. Oxford: Elsevier.
- Kosztján, Z. T. (2013). Projekttervezési Módszerek Kihívásai a XXI. században. *Vezetéstudomány*, 62-80.
- Kosztján, Z. T., Pribojszki-Németh, A., & Kovács, Z. (2016). Karbantartási Projektek Mátrix Alapú Tervezése. *Alkalmazott Matematikai Lapok*, 27-56.
- Kovács, Z., Kosztján, Z. T., & Csizmadia, T. (2014). TREF - Total Risk Evaluation Framework. *Vezetéstudomány*, 71-82.
- Kuhn, E. (2016). The Role of an Enterprise Culture for Risk Management. *Pannon Management Review*, 89-101.
- Küzdy, A. (2001). Szoftverek a Karbantartás Szolgálatában. *Műszaki Magazin*, 49-50.
- Liker, J. K. (2008). *A Toyota Módszer*. Budapest: HVG Kiadó Zrt.
- Madhulatha, T. S. (2012). An overview on clustering methods. *IOSR Journal of Engineering*, 719-725.
- Mehta, C., & Patel, N. (2010). *IBM SPSS Exact Tests*. Massachusetts: IBM.
- NEI Nukleáris Vagyongazdálkodási Szakértői Testület. (2003). *A Szabványos Nukleáris Működési Modell - Folyamatirányítás Megközelítés*.
- Paksi Atomerőmű weblap*. (2019). Forrás: www.npp.hu.
- Papp, L. (2000). A Karbantartás Információs Rendszerének Változása, Korszerűsítése a Dunaferr Acélművek Kft.-nél. *GÉP*, 32-35.
- Papp, Z. C. (2011). Karbantartás az Irányítási Rendszerekben. *Gép*, 60-63.
- Sajtos, L., & Mitev, A. (2007). *SPSS Kutatási és Adatelemzési Kézikönyv*. Budapest: Alinea Kiadó.
- Sebestyén, Z., & Tóth, T. (2014). A Revised Interpretation of Risk in Project Management. *Periodica Polytechnica*, 119-128.
- Szabó, L. (2019). Karbantartási Prjektok Menedzselése - A Stratégia és az Innováció Új Dimenziói. In F. Bognár, *Karbantartás - Menedzsment* (old.: 99-136). Veszprém: Pannon Egyetem.
- Szűcs, S. (2011). A Szükséges "rossz" mint jó befektetés. Karbantartás minőségirányításának feladatai. *Economica*, 106-115.
- Vermes, P. (2011). A Karbantartás és a Termelés Hatékonysága. *Economica*, 43-62.
- Vermes, P. (2011). A Karbantartás mint a Termelés-menedzsment Támogatója. *Multidiszciplináris Tudományok*, 55-68.
- Yong, A., & Pearce, S. (2013). A Beginner's Guide to Factor Analysis: Focusing on Exploratory Factor Analysis. *Tutorials in Quantitative Methods for Psychology*, 9(2), 79-94.

Kísérlet a karbantartási stratégiák fogalmi rendszerezésére

Dr. Bognár Ferenc tudományos munkatárs, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Strelicz Andrea PhD hallgató, Pannon Egyetem

1. Bevezetés

A karbantartási stratégiák és rendszerek osztályozása jelentős körbetekintést igénylő feladat, hiszen csak az elmúlt 10-15 évben megannyi irányzat jelent meg, melyek ráadásul gyakran egymással jelentős átfedésben vannak. A fellelhető rengeteg megközelítés ellentéteket generál a karbantartás-szervezés gyakorlati és elméleti szakemberei között, de igen gyakran még ugyanazon terület képviselői is másként vélekednek. A hazai karbantartási szakterület számára további nehézséget okoz, hogy a nemzetközi szakirodalomban szinte követhetetlen mennyiségben megjelenő új megközelítések és definíciók szakszerű lefordítása sem egyszerű feladat.

Már önmagában nehéz eldönteni, a szakirodalomban publikált művek esetén, hogy éppen karbantartási stratégiáról, vagy egy karbantartási rendszerről van-e szó, mert a határok elmosódni látszanak. A legújabb irányzat, hogy a karbantartást előszeretettel kapcsolják hozzá teljesen más tudományterületekhez és a kettőből próbálnak meg szinergiák keresése révén újat és jobbat létrehozni.

A karbantartási stratégia definiálására is megannyi példa létezik. Szabó Bendegúz megfogalmazásában a „karbantartási stratégia egy meghatározott időtartamon belüli karbantartási teendők és műveletek sorrendjének, tartalmának és a végrehajtás módjának a rögzítése”. (Szabó, 1975) Más értelemben a karbantartási stratégia a karbantartás célrendszere és ezen célrendszer hosszú távú, gazdaságos kielégítésének módja. (Garai, 1982) Gaál (2007) szerint a stratégia fogalmát döntésméleti alapon célszerű meghatározni, ezen megközelítés alapján a karbantartási stratégia „az adott cél elérése érdekében hozott döntések láncolata”.

A különböző karbantartási stratégiák bemutatása előtt egy kitekintést érdemes megtenni a nemzetközi szakirodalomban fellelhető irányzatok bemutatásának céljából. Azt többnyire általánosan elfogadja a szakirodalom, hogy a karbantartási stratégiáknak alapvetően két nagy csoportja létezik: reagáló karbantartás (reactive maintenance, corrective maintenance, breakdown maintenance, stb.) és megelőző karbantartás. (Kelly, 1997; Wireman, 2004, 2008; Wang et al., 2007; Boschian et al., 2009; Cheng-Tsao, 2010)

Az áttekintési nehézségek a megelőző karbantartási stratégiák között kezdődnek el igazán. Különbséget tesz megelőző és előrelátó karbantartási stratégia között több munka. (Kevin-Pelensky, 1988; Bateman, 1995; Cooke, 2003)

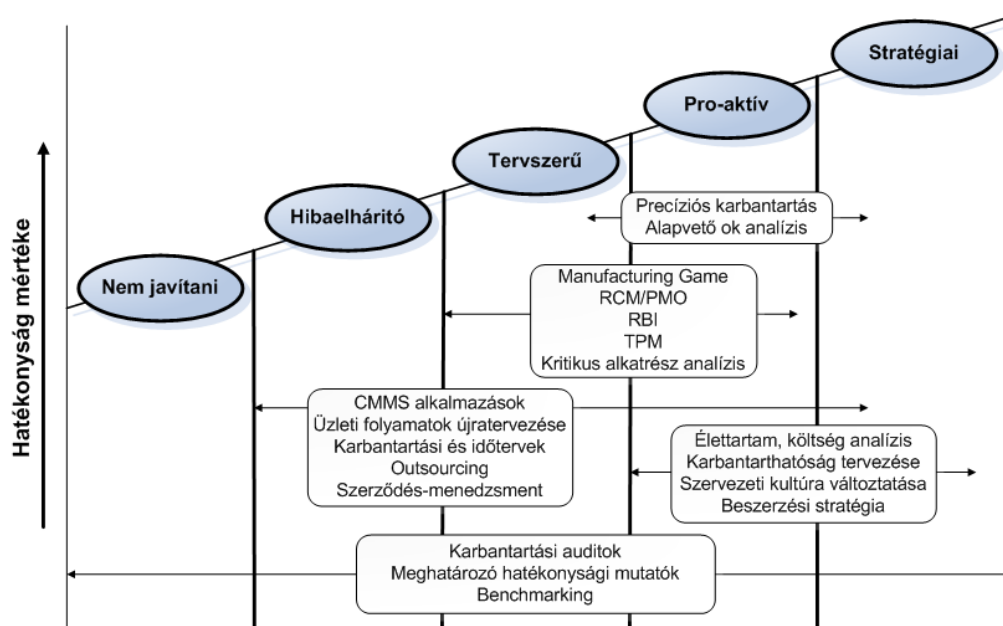
Swanson másképpen mutatja be a karbantartási stratégiákat, megkülönböztetve az eseti, proaktív (megelőző és előrelátó) és agresszív („mint például a TPM” - mondja a szerző) karbantartási stratégiákat és megjegyzi, hogy a karbantartás önmagában állva is egy nagyon fontos üzleti funkció. (Swanson, 2001) Egy későbbi tanulmány, amikor agresszív stratégiáról beszél, akkor azt már egyenesen a TPM karbantartási rendszerrel azonosítja, holott a TPM alapvetően egy karbantartási rendszer. (Pinjala et al., 2006) Egy tanulmány megkülönbözteti az eseti, ciklikus, állapotfüggő és prediktív karbantartási stratégiát. (Wang et al., 2007)

Ugyanakkor többen a preventív karbantartási stratégiát állapotfüggő karbantartási stratégiaként tárgyalják. (Mobley, 2002; Sharma et al., 2005)

Emellett még nem említette jelen munka az RCM (Reliability Centered Maintenance), az RBM (Risk Based Maintenance) fogalmakat és érintőlegesen volt szó a TPM (Total Productive Maintenance) karbantartási stratégia rendszerekről, melyek az irodalomban, hol mint stratégia, hol, mint rendszer megnevezés mellett szerepelnek. Emellett általánosan levonható a következtetés, hogy ezek céljuk és eszközeik tekintetében sűrű összefüggésben állnak a korábban említett stratégiákkal. (Vatn et al., 1996; Rausand, 1998; Bevilacqua-Braglia, 2000; Swanson, 2001)

A fenti kitekintés nem teljeskörű, ahhoz azonban mindenképpen elegendő, hogy bemutassa, a karbantartási stratégiák és a gondolkodásmódok összefonódottságának mértékét. A továbbiakban a dolgozat olyan rendszerező elméleteket mutat be, melyeknek célja, hogy ebben az alapvetően nehezen áttekinthető helyzetben eredő pontokat keressen, melyek mentén az alapvető karbantartási stratégiák fogalma jól megfogható.

Dunn karbantartási stratégiákat a cselekvési motivációk szempontjából csoportosítja vagy más értelmezésben a kihívásokra adott válaszokban rejlik a csoportképzés. Dunn bevezeti a stratégiai karbantartást utalva a negyedik generációs karbantartásra. Ezen integrált szemléletet – melyben jól kivehetőek a lehetséges átfedések a karbantartási stratégiák és rendszerek között – mutatja be a soron következő ábra.



1. ábra: karbantartási stratégiák a cselekvési motivációk szempontjából

Forrás: Dunn, 2003

A hatékonyság mértékének függvényében a „nem javítani” koncepció általában a legkevésbé hatékony helyet foglalja el, míg a stratégiai karbantartás a legfejlettebb tekintetben. A cselekvési motivációk tekintetében bármelyik fejlettségi szintről is legyen szó, a karbantartási auditok, a meghatározó hatékonysági mutatók és a benchmarking faktorok érvényesülhetnek. A „nem javítani” stratégia esetében azonban ezen motivációkon túlmenően nem jellemző más.

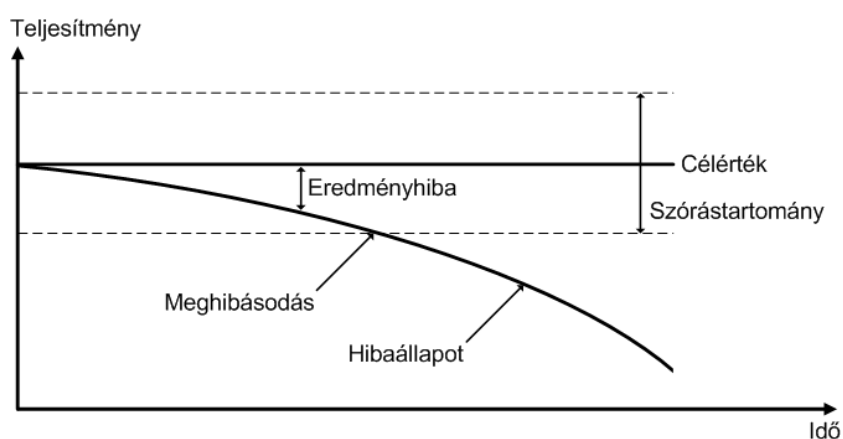
A „hibaelhárító” koncepcióra – és a fejlettebbekre is – jellemzők a CMMS rendszerek alkalmazása. Hibaelhárítás esetén értelemszerűen a CMMS rendszerek funkciói közül csak az

alapvetők (például regisztráció, dokumentáció, nyomon követés, stb.) lehetnek érvényesek. Az üzleti folyamatok újra tervezése, radikális esetben a BPR (Business Process Reengineering) érinti ezen kategóriát és természetesen a fejlettebbeket is, mivel az újragondolás során egy adott terület könnyen fejlődhet fel a „hibaelhárító” szintre vagy süllyedhet le oda. A hibaelhárítás minimalálására törekszenek a karbantartási időterveket alkalmazók, de napjainkban továbbra is jellemző trend, a kiszervezés és karbantartási szerződés menedzsment követői is. A „tervszerűség” megjelenésével azonnal becsatornázzhatóvá válnak a karbantartási rendszerek és azok a módszertanok, melyek szerves részeként értelmezhetők ezeknek. E rendszerek fejlett szinten történő alkalmazása, a precíziós karbantartás megjelenése és ezeken túlmenően az üzleti stratégiával összehangolt karbantartás már a „pro-aktív” szemlélet alapjait adják. A „stratégiai” karbantartás, mely a Dunn-féle felfogásban a leghatékonyabbnak tekinthető, a karbantartási funkció szintjén is megvalósítja a stratégiai menedzsment alkalmazható diszciplínáit. Ezen esetben a funkció vezetése stratégiai szemlélettel rendelkezik és tudatában van a stratégiai menedzsment rendszerkoncepció szintű elemeinek.

A stratégiai karbantartás szintjén a „kemény” adminisztratív rendszerek mellett – melyekbebeleértendő a karbantartási funkció szintjén lévő alkalmazott karbantartási módszertanok, rendszerek összessége is – a két „puhább” tényező is, mint a funkcionális szervezeti struktúra és a szervezeti kultúra is formálás tárgya.

2. Karbantartási stratégiák

Ahogy a bevezetőből már látható a karbantartási stratégiák definiálása és egymáshoz való viszonyuk is többszörösen összetett kérdés. Jó közelítés a lehetséges klasszifikációk egy közös eredménynek az azonosítása, e tekintetben a karbantartási stratégia lehet megelőző vagy reagáló. A kettő közötti alapvető különbség szemléltetéséhez segítséget ad a soron következő ábra, mely eredendően az eredményhiba, a meghibásodás és a hibaállapot fogalmainak tisztázására született, de a két alapvető karbantartási stratégia csoport közötti különbség bemutatásához is hasznos. (Rausand-Oien, 1996)



2. ábra: eredményhiba - meghibásodás – hibaállapot
Forrás: Rausand-Oien, 1996

A fenti ábra alapján a teljesítmény idővel változik és a teljesítmény célértékhez képest eltérés fog jelentkezni. Rausand és Oien ábrája az aktuális időpillanatban mért teljesítmény tekintetében a célértékhez képest csökkenő trendet szemléltet, de természetesen az ábrán a célértékhez képest az aktuális érték pozitív irányba, a célérték felső szórásstartománya felé is

elmozdulhatna. Amíg az aktuális teljesítmény a célréték (jelen esetben alsó) szórásstartomány határát el nem éri a folyamat vagy berendezés üzemel, a szórás határ érintésével meghibásodás lép fel és onnantól számítva hibaállapotban van a rendszer. A meghibásodásig vezető út elméleti megfontolásait további összefoglaló jellegű nemzetközi munkák is részletezik a maguk megközelítésében. (Davidson, 1988; Narayan, 2004; Daley, 2008)

A fenti megközelítés szerint a megelőző karbantartási stratégiák célja, hogy az eredményhiba ne haladja meg a szórásstartomány széleit, vagyis a folyamat vagy berendezés maradjon üzemképes állapotban. A reagáló karbantartási stratégia célja, hogy a meghibásodást követően a rendszert hibaállapotból működő állapotba juttassa vissza.

A reagáló karbantartási stratégia természetesen hasznosan alkalmazható akkor, ha például a megelőző karbantartási stratégia során a megelőzésre fordított energia, idő, költség, meghaladja a meghibásodásból és a visszaállítástól származó összes veszteséget. Ebből fakadóan a reagáló karbantartási stratégia a kevésbé jelentős folyamatok, gépek esetén jellemző, tudatos választás. Jól használható még akkor, ha a folyamat vagy berendezés könnyen átlátható, alapvetően nem bonyolult felépítésű, illetve, ha a hibaállapotból működő állapotba hozás egyszerű eszközökkel megvalósítható. (Szántó, 2003) Ha a hibaforrás rövid idő alatt lokalizálható és a helyreállítási idő minimális, valamint a keletkező életet, környezetet, vagyont és jelentős folyamatot érő hatások nincsenek, akkor is tipikus választásnak tekinthető ezen stratégia. (Szántó, 2003)

Fontos ismét hangsúlyozni, hogy ezen stratégia esetén tudatos választásról van szó, a meghibásodás bevárásával. A karbantartási stratégia döntésméleti alapokon nyugvó definíciójára alapozva, az eseti karbantartás esetén a döntéssorozat kiinduló pontja a meghibásodás. Ezt a karbantartási stratégiát szokás még eseti karbantartási stratégiának is nevezni, (Horváth-Kerekesné 2003) de találkozhatunk a bázis alapú karbantartási stratégia kifejezéssel is. (Kovács; 1982) Angol megfelelőjeként gyakorta találkozni a „Breakdown Maintenance Strategy” vagy a „Run to Failure Strategy” kifejezéssel. Nem szabad ugyanakkor összekeverni ezt a stratégiát a „tűzoltással”, hiszen a tűzoltásra tervezés önmagában nem nevezhető gazdaságilag racionálisnak, a tűzoltás jellemzően nem kalkulált körülmények fennállásának következménye szokott lenni, illetve rosszul megválasztott megelőző karbantartási stratégia következményeként lehet jelentős az előfordulási valószínűsége.

Számos jelenség ismert melyek a karbantartó szervezeteket a reagáló karbantartási stratégia, rosszabb esetben a tűzoltás irányába terelik. Ezek közül álljanak itt a teljesség igénye nélkül az alábbiak:

- nehezen alkalmazható eljárások: ez esetben a karbantartási utasítások kivitelezése fizikálisan körülményes vagy nem kivitelezhető. Tipikus példái a nehezen vagy nem megközelíthető karbantartási pontok, eredendően nem jó vagy idővel rossz irányba alakuló berendezésselrendezés, új elem illesztésével megváltozó fizikai paraméterek, stb.
- nehéz illetve drága információt szerezni: a rendszer bonyolult hatásmechanizmusából fakadóan nehéz pontos méréseket végezni, nem jó hatásfokkal (vagy nem) alkalmazhatóak a diagnosztika által kínált eszközök, illetve ezek alkalmazása nem lenne gazdaságos, vagy jelentősek a hatékony ciklusidő számítási alapjául szolgáló hibamentes működési időkre vonatkozó szórások, stb.
- nem világos peremfeltételek: az üzemelés során a standard üzemelési körülmények nem biztosítottak, mások a mérések körülményei, stb.

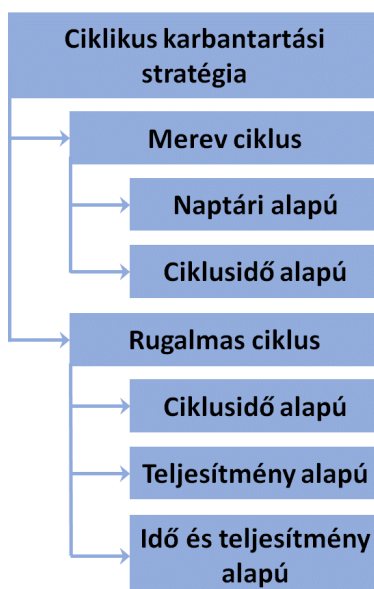
- jelentős a mérési bizonytalanság: a mérést végző objektum önmagában túl nagy mérési bizonytalansággal rendelkezik, így nem vagy korlátozottan képes valid információkat szolgáltatni a megelőzéshez.
- jellemző trend, hogy a termeléshez mérten a karbantartás másodlagos, támogató szolgáltatási szereplő, így sokszor a létező megelőző karbantartási stratégiák a háttérbe szorulnak vagy nem is rögzítik őket. (Bognár 2018)

Ezen stratégia teljesen egyértelmű előnye a megelőző stratégiákhoz képest, hogy esetében teljes valószínűséggel nincs kárba vesző működési tartalék. Ez még a legkifinomultabban működő megelőzés esetén sem jelenthető alapvetően ki.

Mindemellett nyilvánvaló hátrányokkal is rendelkezik a reagáló stratégia, miszerint állandóan jelentős raktárkészleteket kell tartani cserealkatrészekből, ezáltal a készletforgási sebesség lecsökken és a raktározási költségek növekednek. Nem tervezhető a karbantartás, ezáltal a termelési folyamatok megbízhatósága csökken. A helyreállítás ideje jelentősen megnövekedhet, tekintettel arra, hogy az üzembe történő visszaállítási körülmények esetlegesek és sokszor előre nem ismertek. (Bognár, 2018)

A megelőző karbantartási stratégiák számos csoportosítási formáját ismeri a szakirodalom. A legjellemzőbb felosztás a ciklikus és az állapotfüggő karbantartási stratégiák szerinti osztályozás. (Kövesi et al., 2018; Gaál et al., 2013) Ezen túlmenően említi a szakirodalom a karbantartás megelőzésére irányuló stratégiát is, melynek jelenleg a karbantartási mixben elfoglalt relatív súlya jellemzően csekély. (Kovács, 2003)

Az alábbi ábra szemlélteti a ciklikus karbantartási stratégiák egy lehetséges osztályozását. Ezen osztályozás egyik alapvető rendezőelve, hogy az operatív karbantartás alapvetően merev vagy rugalmas ciklushoz kötött. Ennek egy másik lehetséges olvasata, miszerint a ciklus jellemzően időbázisú vagy futott teljesítmény alapú.



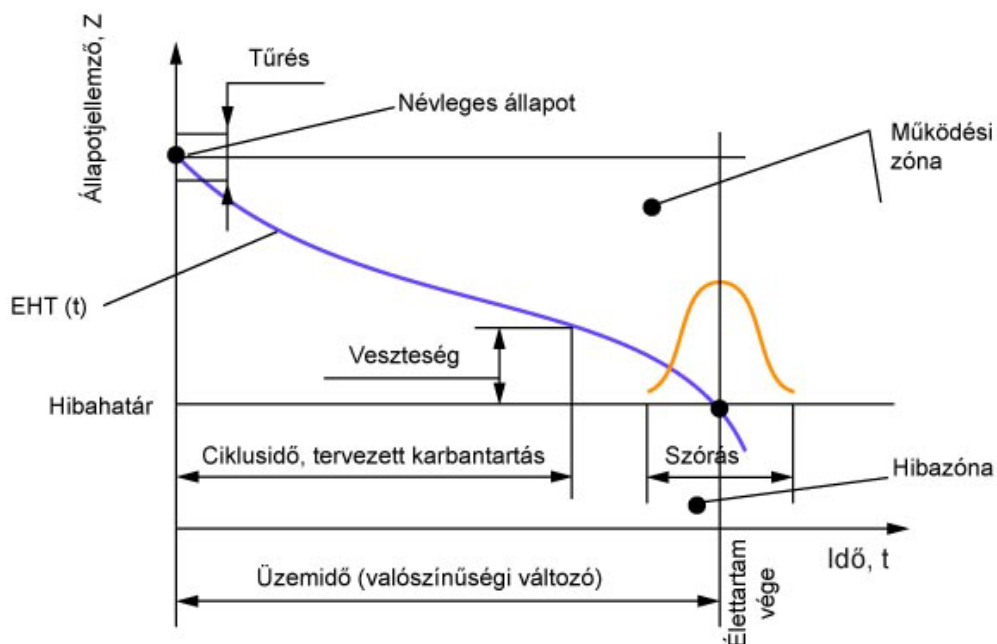
3. ábra: a ciklikus karbantartási stratégiák osztályozása

A ciklikus stratégia létjogosultsága már az 1950-es környékén létjogosulttá vált azáltal, hogy az egyre jobban összefüggő és bonyolultabb rendszerek létrehívásának következményeképpen a reagáló karbantartás következményei fokozott mértékű károkkal és időkieséssel jártak. Természetesnek tűnik, hogy a rendszerek állapotában bekövetkező

változásokat olyan tényezők függvényében értelmezzék, mint az idő vagy a rendszer által leadott teljesítmény. Ezen logikai út következő lépése volt a karbantartás tervezett módon való végrehajtása, melytől az eseti jellegű karbantartások következményeinek mérséklődése volt elvárható.

A ciklikus karbantartási stratégia alapvetően különbözik a reagáló karbantartási stratégiától, mivel ezen esetben a rendszerben keletkező meghibásodás bekövetkezése a stratégia sikertelen működését vonja maga után. Változatlanul a stratégia célfüggvényében a költségoptimum megtalálása van, de ez esetben az optimumpont megtalálásához az eseti karbantartások csökkenése az egyik elvezető út.

A rendszer működésében még benn lévő tartalék és az idő függvényében (ezt az „EHT(t)” vonala jelöli), történő ábrázolás jól képes szemléltetni ezen karbantartási stratégia működésének és a ciklusidő meghatározásának elvét.



4. ábra: a ciklusidő képzés elvi alapja
Forrás: (Szántó 2003)

Amennyiben a ciklikus karbantartási stratégia merev ciklus szerint szerveződik a karbantartási tevékenység elméletben nagyon jól tervezhetővé válik. A merev ciklusidő tipikus ismertető jele, hogy a ciklusidő fixen rögzített időtartamhoz kötött. Tipikus példája a naptári alapú karbantartás, mely során a karbantartási munkák indítójele rögzített naptári dátumhoz köthető. Ezen esetben a dátum bekövetkeztével a karbantartásba bevont rendszer működését szándékolatlan megállítják és az operatív karbantartási folyamatok elindulnak.

A fenti merev ciklusú naptári alapú stratégia első látásra vonzó a kiszámíthatósága miatt, de jobban megfigyelve több súlyos problémát rejt magában, bár a megbízható üzemelés elérése érdekében kimutatható a hozzáadott értéke az eseti karbantartási stratégiához képest.

Ezen stratégia egyik jelentős kockázati tényezője, hogy nem számol a két dátum alkalmával bekövetkezett karbantartás közötti történésekkel. Ennek értelmében a két karbantartás között eltelt időben történtek, nem jelennek meg változóként a karbantartás ütemezési folyamatában, így az eseti karbantartások és tűzoltások megelőzésére lényegében a dátumhoz kötött karbantartások során van lehetőség. A dátum sokszor a rendszer állapotától

teljesen független tényezők alapján kerül kiválasztásra, ezáltal a ciklusidő rögzítésre. Ez, ahogyan számos szaktanulmány is felhívja rá a figyelmet (Kovács, 2003), még mindig bőven jelentős kockázatot hordoz magában a megbízható és költségoptimális üzemelés tekintetében, mivel ez a stratégia nem számol azzal, hogy:

- üzemelés során milyen külső hatások érik a működő rendszert. A külső hatások nagyban befolyásolják a rendszerelemek működését és ezen hatásoknak leírható a kopásra, degradációra, stb. származtatható mértéke. Ez különösen fontos, amikor a környezeti elemeknek jelentősen kitett rendszerekről beszélünk, illetve abban az esetben, ha az emberi tényező jelentős a megbízható üzemeltetés szempontjából.
- az üzemelés intenzitása milyen mértékű. Nem elég hangsúlyozni, hogy a leadott teljesítmény, futott teljesítmény, termelt mennyiség – általánosan nevezhetők a megelőzők akár kibocsátásnak is – degradációs hatással vannak a rendszer működési paramétereire.
- bizonyos karbantartásra vonatkozó gyártói előírások, technológiai utasítások sérülnek, melyek szintén negatívan befolyásolják az üzemképességet, így az eseti karbantartási tevékenységet erősítik.

Mindezek következménye általában megtapasztalható. A visszacsatolások alapján jellemző, hogy:

- az eseti karbantartások száma (és költsége) nem mérséklődik kellőképpen, mert a rendszer eredő megbízhatósága jellemzően a dátumhoz kötött karbantartások utáni „beállási időt” követően csak kis ideig növekszik érdemben.
- rengeteg bennmaradó tartalék kerül kidobásra, hiszen az állapotra vonatkozóan nincs primer vagy szekunder információ. E karbantartási stratégiának egyik markáns hátránya ezáltal, hogy nagyon költséges, az erőforrásokra nézve pazarló.
- az üzletpolitika szempontjából nézve (is) a karbantartásra rossz fényt vet, hiszen pont az erőforrásokkal történő „nagyvonalú” bánásmódja véget a fenntarthatóságot nem támogatja.

A merev naptári ciklusképzéshez képest a merev ciklusidő alkalmazása előrelépés, mert ez esetben a ciklusidő meghatározása a rendszer működésére vonatkozó megelőző számítások alapján képződik. E tekintetben a kialakult karbantartási „dátum” rendszerüzemelési paraméterek értékei alapján kerül kijelölésre. Általánosságban nem várható áttörés ezen ciklusképzési mód javára a naptári alapú karbantartással szemben, hiszen a merev ciklusú karbantartási stratégia, egy adott keresztmetszeti vizsgálat eredményeiből határozza meg a ciklusidőt, ám annak leteltével újabb (legalább) keresztmetszeti vizsgálat nem következik be. E tekintetben a keresztmetszeti vizsgálat szakszerűsége, pontossága karbantartási ciklusokon átívelő hatással bír a rendszer üzemeltetésére.

Amennyiben a ciklikus karbantartási stratégia alkalmazása során a ciklusképzés rugalmas, úgy a karbantartás menedzsment számára a karbantartási akciókra vonatkozó lehetséges cselekvési változatok száma nőni kezd, a számításokhoz szükséges adatok előállításának költségével együtt. A rugalmas ciklusképzésnél előrelépés, hogy a ciklusok hossza időszakról-időszakra újra kalkulálható, a korábbi üzemeltetési tapasztalatok felhasználásával és a jövőbeli várható befolyásoló tényezők figyelembevételével.

Ezen ciklusképzés sajátossága, hogy a karbantartási munkálatokkal együtt párhuzamosan megtörténik a cserélt, javított és az üzemelés megbízhatóságára tényleges hatással bíró rendszerelemek elemzése. Ezen elemzés felfogható a rendszer lényeges elemeinek egy

ciklusonként ismétlődő keresztmetszeti vizsgálataként. Ezen vizsgálat eredményei bemenő információt képeznek a következő karbantartási ciklus hosszának kiszámításához.

Érdeemes egyértelműen kijelölni a határt a ciklikus karbantartási stratégia és az állapotfüggő karbantartási stratégia között. Több publikációban a rugalmas ciklusú karbantartási stratégiát, állapotvizsgálaton alapuló karbantartási stratégiának nevezik, ezzel túlzóan leegyszerűsítve a karbantartási stratégiák tipizálását. Az összerosódás alapja, hogy jellemzően az adatok begyűjtésére szolgáló keresztmetszeti vizsgálatot nem kötik a munkák a ciklusidő lejártakor bekövetkező karbantartás időpontjához. Ezen megkötés nélkül azonban a rugalmas ciklusú karbantartási stratégia valóban nem tűnik különbözőnek az állapotfüggő karbantartási stratégiához képest, így ezen egyszerűsítés nem javasolt.

Észrevehető továbbá, hogy a ciklikus karbantartási stratégiát (függetlenül attól, hogy merev vagy rugalmas) sokszor helytelenül ciklusidőn alapuló karbantartási stratégiaként említik. E nevesítés csak abban az esetben megszolgált, ha a ciklus valóban időbázison képződik, teljesítményparaméter nem szerepel a számításokban.

Rugalmas ciklusképzés esetén jellemzően három változatot jelez a szakirodalom, a „ciklusidőn alapulót”, a „teljesítményen alapulót”, és a kettő párhuzamosan történő alkalmazását végző „idő és teljesítmény alapú” ciklikus karbantartási stratégiát.

Ha a rugalmas ciklusképzés alapja az idő, akkor a karbantartások alkalmával esedékes információk megszerzését követően időbázison kiszámítható, a soron következő ciklus hossza. Ez természetesen változhat a megelőző időszak ciklushosszhoz képest. Érezhető, hogy jelen esetben a karbantartás menedzsment számára az idővel való gazdálkodás egy új elem az operatív karbantartás tervezése és szervezése során. Hangsúlyos elem, hogy ezen metódus alapján lényegében a historikus adatokból képzett információk adják a ciklusidő számítás pontosságának gerincét. Ha a ciklusképzés alapja a teljesítmény, akkor historikus adatok természetüknél fogva mennyiségi kategóriák bázison fogalmazódnak meg, mint például „futott kilométerek száma”, „legyártott darabszám”, „leadott teljesítmény”, stb.

Természetesen nem ritka, hogy az optimális költség megtalálásához a fenti két rugalmas ciklusképzésen alapuló stratégia kombinációjára van szükség. Ez esetben az operatív karbantartás számára az indítójel az idő és teljesítmény alapú tervezett időpontok közül az időben közelebb lévő lesz.

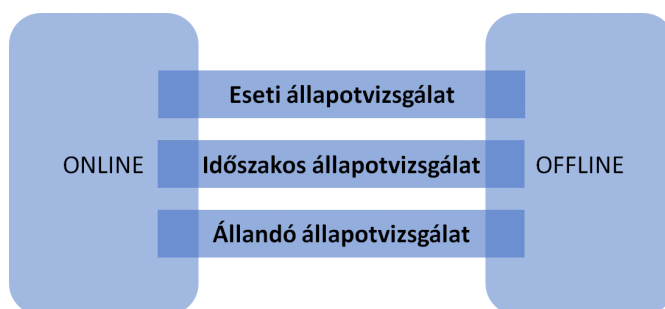
Rögzíthető, hogy a ciklikus karbantartási stratégia historikus adatokból végzi az operatív karbantartástervezést. Ugyanakkor itt célszerű megjegyezni, hogy a karbantartás menedzsmentet számos tényező terheli, ami ezen terveket hol kisebb, hol nagyobb mértékben torzítani tudja.

Ha a ciklusképzés alapja az idő, akkor a jövőre vonatkozó időadatok jellemzően durvább számítási korrekciókra alkalmasak ezen esetben a teljesítmény alapú ciklikus stratégiához képest. Például ha a jövőben várható egy „nagy” megrendelés, akkor előtte dátum szinten érdemes lehet a ciklusidőt változtatni. Ugyanakkor, ha a ciklusképzés alapja a teljesítmény, akkor mind a historikus adatok, mind a jövőre vonatkozó információk jól hasznosíthatók, hiszen ez esetben a „nagy” az „plusz x darab”, plusz x kilométer, stb.



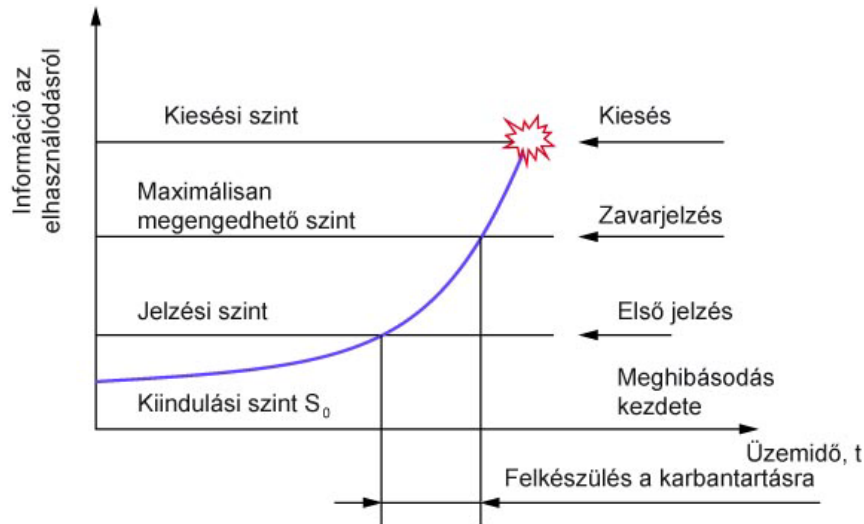
5. ábra: az állapotfüggő karbantartási stratégia egy lehetséges osztályozása

A megelőző ábra szemlélteti az állapotfüggő karbantartási stratégiák egy lehetséges osztályozását. Ezen osztályozás alapvető rendezőelve, hogy az állapotvizsgálat jellemzően eseti, ciklikus vagy állandó jelleggel történik-e. További kategorizálásnak is helye van, amikor a fenti stratégia típusokra értelmezzük, hogy ezek online vagy offline módon működtetettek-e. (Homolya, 2003)



6. ábra: online vagy offline állapotvizsgálati módszerek

Az állapotfüggő karbantartási stratégia esetén az operatív karbantartás számára az indítójel akkor képződik, mikor az állapotvizsgálat eredményét összevetve egy elvárt állapottal az elvárt állapot feltételei nem teljesülnek. Itt azonban célszerű visszautalni a korábbiakban írtakra, miszerint ezen állapotvizsgálat nem kötött karbantartásra vonatkozó ciklusidőhöz. Az állapotvizsgálat elvégzéséhez a vizsgált rendszert akár le is lehet állítani (jellemzően nem szükséges), és működés közben is elvégezhető az állapotvizsgálat, ha a rendszer e tekintetben megengedő. A fenti ábrán látható „időszakos” kifejezésnek sincs szükségszerű kapcsolata a ciklikus stratégiával, jelen esetben az állapotvizsgálat ciklusáról van szó, nem a karbantartáséről. A stratégia elvi működését mutatja be az alábbi ábra.



7. ábra: az állapotfüggő karbantartási stratégia működési elve
 Forrás: (Szántó, 2003)

Az állapotfüggő karbantartási stratégia fejlettebbnek nevezhető a ciklikus karbantartási stratégiánál. Ebben az esetben a karbantartás ideje és az állapotvizsgálat közötti idő csökkenthető, ezen keresztül a karbantartási munkálatok tervezése pontosabbá tehető. Az állapotvizsgálat eredményeképpen aktuális időpontban lehet következtetni a rendszer várható működési idejére, így a nem várt meghibásodások száma és a feleslegesen kidobott rendszertartalékok mértéke jelentősen csökkenthető.

Ezen következtetések általában elegendően kis számosságú, de összetett állapotváltozó bevonásával történő számításokon alapszanak. Az állapotfüggő karbantartási stratégia alkalmazása azonban sokszor költségnövekedést eredményez a megelőző karbantartás oldalán, melynek mértéke nagyban függ az állapotvizsgálati módszer technológiai jellegétől valamint az adatrögzítés, továbbítás és feldolgozás módjától.

A fentiek tekintetében is fontos különbséget tenni érzékszervi és műszerrel támogatott állapotvizsgálat között. Bár az érzékszervi vizsgálatok jellemzően inkább a rendszerüzemeltetés operatív szintjein szoktak jellemzők lenni, a gondos érzékszervi diagnosztika komoly meghibásodásokat is képes lehet előre jelezni. E tekintetben az operatív területeken dolgozók jelentősége felértékelődik tekintettel arra is, hogy számos olyan szituáció létezik, amikor gépesített diagnosztika nem megvalósítható vagy megvalósítása nem gazdaságos.

Az érzékszervi diagnosztika jellemzően eseti vagy időszakos jellegű, ritkábban előfordul, hogy állandó. Műszerrel támogatott állapotvizsgálat során valamilyen mérő (adott esetben adattovábbító illetve feldolgozó) eszköz segítségével zajlik a diagnosztizálás.

Eseti állapotvizsgálat során véletlenszerűen vagy ráutaló jelenségek fennállása esetén kezdődik az állapotvizsgálat. Ezen ráutaló jelenség egy érzékszervi diagnosztikából levezetett észrevétel vagy sejtés is lehet, mely után gépi állapotvizsgálatot eredményez. Más esetben a műszerrel támogatott eseti állapotvizsgálat véletlenszerűen vagy kellően homogén rendszerelemek esetén mintavételezéssel meghatározott próbahelyeken végzik (ezutóbbi esetben az „esetiség” a próbahely szempontjából teljesül csak, mert rendszerszinten ez egy tervezett lépés).

Az eseti diagnosztika jellemzően offline módon történik és sokszor műszerrel is támogatott. Az állapotfüggő karbantartás eseti diagnosztika alapján jellemzően a legkisebb

költséggel és megbízhatóság növekménnyel jár együtt az időszakos és állandó állapotvizsgálathoz képest.

Az időszakos állapotvizsgálat esetén bizonyos rendszeres vagy kvázi rendszeres időközönként zajlik az állapotvizsgálat. A műszerezettség előfordulási valószínűsége ez esetben már jellemzően nagyobb. Az időszakos állapotvizsgálatok sikeres megtervezése a rendszer megbízhatóság jelentős mértékű növekedését idézi elő és a benmaradó tartalékokat minimalja.

Állandó állapotvizsgálat esetén (szokás állapotfelügyeletnek is nevezni) ipari környezetben jellemzően műszeres támogatottság mellett online diagnosztika értendő. Természetesen ezen rendszer kialakításának és működtetésének költségvonzata jelentős és éppen ezért inkább a kulcsfolyamatok, kulcsgépek esetén szokták alkalmazni. A rendszer megbízható működésére gyakorolt jótékony hatása ugyanakkor kiemelkedő. Egyre szélesebb körben történő alkalmazása, mely az ipar és szolgáltatás szektor fejlődésével is együtt jár, támogatja a hibamentes működés elvének, gyakorlatba történő átültetését a lehetőségekhez és adottságokhoz mérten.

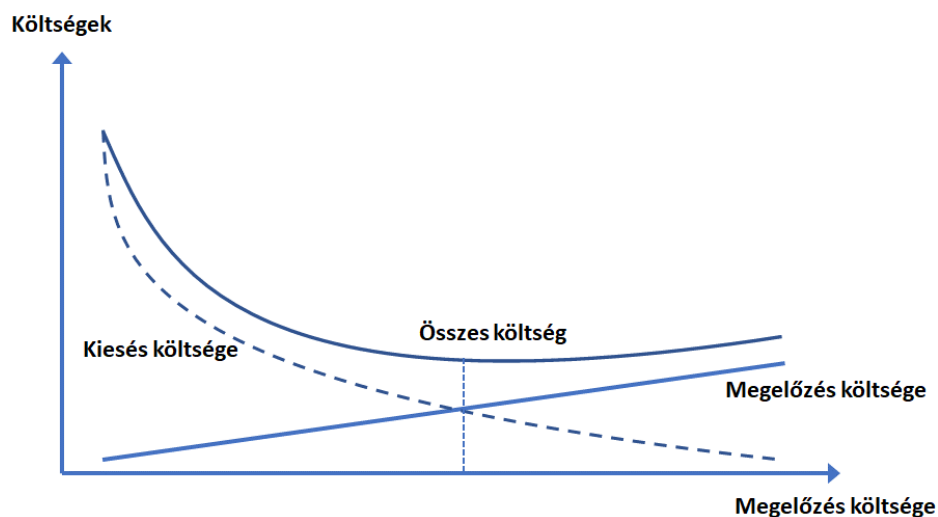
*1 táblázat: lehetséges karbantartási stratégiák összehasonlítása
Forrás: Gaál (2007)*

Jellemzők	Karbantartási stratégiák			
	Eseti	Ciklikus	Állapotfüggő	Karbantartás-megelőzés
Alkalmazási terület	- kis kár, kiesés esetén - a hibamentes működési időknél nagy a szórása	- a kiesés nagy kockázattal jár - állandó élettartamú elemek (a működési idők kis relatív szórásúak) - előkészíthető	- lehetőség van a mérésre, adatgyűjtésre - a meghibásodás nagy kockázattal jár - gazdaságosság	- a meghibásodás műszakilag megoldható
Információ-igény	- gyors - azonnali	- pontos információ kell - előzetes	- állandó vagy ciklikus információ-szolgáltatás az állapotról	- üzemelés közben nincs
Szervezés	- gyors beavatkozás - esetleg csomagterv	- tervezett - ütemezett	- van idő a felkészülésre - az állapotvizsgálatot meg kell szervezni	- üzemelés közben nincs
Szervezet	- helyi - univerzális - szakképzett - kreatív	- központosított - külsők bevonása	- központosított - külsők bevonása	- üzemelés közben nincs
Vezetés	- minimális	- tervezés	- stratégiai vezetés	- folyamatosan figyel - folyamatosan fejleszti

Gaál (2007) összefoglaló táblázata több különbségképző ismérven keresztül foglalja össze az egyes karbantartási stratégiák jellemzőit, ezzel hasznos útmutatót adva a választás előtt álló döntéshozóknak. Érdeemes rögzíteni, hogy a karbantartásmegelőzés karbantartási stratégia még alig elterjedt és jellemzően csak az extrém magas megbízhatóságú rendszerek esetén van gazdasági racionalitása a kialakításának és működtetésének. Emellett rögzíthető, hogy általában véve az ipari elektronizációs törekvések valamint a mozgó beépülő alkatrészek kiváltása nem mozgó alkatrészekkel mind a karbantartásmegelőzés irányába hatnak.

3. Konklúzió

A korábban ismertetett karbantartási stratégiákat jellemzően nem tudjuk a valóságban egymástól szigetszerű módon elkülönített jelenségekként értelmezni. Ennek egyértelmű velejárója, hogy a komplex rendszerek esetén ezen karbantartási stratégiák valamely kombinációjával érhető el hatékony karbantartás. Ezen kombinációt a szakma karbantartási mixnek nevezi és általánosságban igaz az alábbi összefüggés, hogy minél bonyolultabb rendszerre alkalmazzák, annál összetettebb a karbantartási mix. A karbantartási mix nem szükségszerűen csak az egyes stratégiák kombinációját jelenti, értelmezésébe sokszor beletartoznak a következő fejezetben tárgyalt egyes karbantartási rendszerek vagy azok elemei is.



8. ábra: az optimális megelőzési költség
Forrás: Kovács (2003)

Ezen összefüggés a gyakorló karbantartás menedzsment számára sokszor ellehetetleníti az optimum pont megtalálását, melyet a fenti sematikus ábra remekül szemléltet. Ennek következménye a karbantartási terület vezetői számára, hogy számításba célszerű venni „puha”, tapasztalaton, sokszor megérzéseken alapuló vélekedéseket is, amikor a karbantartás stratégiai szintű döntéseit meghozzák. Ezen képesség birtokában a karbantartás vezetésének döntései időben fejleszthetők, minőségük javítható.

4. Felhasznált szakirodalom

- Bateman, J. (1995): Preventive Maintenance: Stand Alone Manufacturing Compared with Cellular Manufacturing. *Industrial Management*, Vol. 37. Issue 1. pp. 19-21.
- Bevilacqua, M., Braglia, M. (2000): The Analytic Hierarchy Process Applied To Maintenance Strategy Selection. *Reliability Engineering and System Safety*. Vol. 70. No. 1. pp. 71-83.
- Bognár, F. (2018): Üzemfenntartás. kézirat, Pannon Egyetem, Veszprém
- Boschian, V., Rezg. N., Chelbi, A. (2009): Contribution of Simulation to the Optimization of Maintenance Strategies for a Randomly Failing Production System. *European Journal of Operational Research*, Vol. 197. Issue 3. pp. 1142-1149.
- Cheng, J. H., Tsao, H. L. (2010): Rolling Stock Maintenance Strategy Selection, Spares Parts' Estimation, and Replacements' Interval Calculation. *International Journal of Production Economics*, Vol. 128. Issue 1. pp. 404-412.
- Cooke, F. L. (2003): Plant Maintenance Strategy: Evidence from Four British Manufacturing Firms. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*. Vol. 9, Issue 3, pp. 239-249.
- Daley, D. T. (2008): *The Little Black Book of Reliability Management*. Industrial Press, New York
- Davidson, J. (1988): *The reliability of mechanical systems*. IMechE Guides for the Process Industries. Mechanical Engineering Publications Limited for The Institution of Mechanical Engineers, London.
- Dunn, S. (2003): *The Fourth Generation of Maintenance*. Conference Proceedings of International Conference of Maintenance Societies (ICOM), Perth.
- Gaál Z. (2007): *Karbantartás-menedzsment*, Pannon Egyetemi Kiadó, Veszprém
- Gaál Z., Bognár F., Kovács T. (2013): A karbantartás menedzsment hatásai a beszállítói kapcsolatok megbízhatósági és karbantartási konzekvenciáira; in: Balogh Á. (szerk.): *Tudomány a karbantartás versenyképességének szolgálatában*; pp. 191-210. Veszprém, 2013.
- Garai T. (1982): Számítógépek alkalmazása a karbantartásban. *Szervezés és Vezetés* 11. sz. pp. 21-31.
- Homolya Gy. (2003): A diagnosztika eszközei. in: Gaál Z. (szerk.) *Tudásbázisú karbantartás*. Veszprémi Egyetemi Kiadó, Veszprém pp. 153-172.
- Horváth Cs., Kerekesné K. K. (2003): *Karbantartás a nyomdaiparban*. in: Gaál Z. (szerk.) *Tudásbázisú karbantartás*. Veszprémi Egyetemi Kiadó, Veszprém pp.297-339.
- Kelly, A. (1997): *Maintenance Strategy*. Butterworth-Heinemann, Oxford
- Kevin, F. G., Pelensky, R. J. (1988): A Framework for Developing Maintenance Strategies. *Production and Inventory Management Journal*. (First Quarter), pp. 16-21.
- Kovács, B. (1982): Az intenzív karbantartási stratégia gyakorlati alkalmazása. *Vezetés és Szervezés*. Szám 12. pp.334-340.
- Kovács Z. (2003): Óvakodjon a merev, naptári alapú karbantartástól! in: Gaál, Z. (szerk.) *Tudásbázisú karbantartás*. Veszprémi Egyetemi Kiadó, Veszprém, pp. 98-109.
- Kövesi J., Erdei J., Bognár F. (2018): *Kockázat és megbízhatóság. egyetemi jegyzet*, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Budapest
- Mobley, R. K. (2002): *An Introduction to Preventive Maintenance*. Second Edition. Elsevier, New York
- Narayan, V. (2004): *Effective Maintenance Management: Risk and Reliability Strategies for Optimizing Performance*. Industrial Press, New York
- Pinjala, S. K., Pintelon, L., Vereecke, A. (2006): An Empirical Investigation on the Relationship between Business and Maintenance Strategies. *International Journal of Production Economics*, Vol. 104. Issue 1. pp. 214-229.
- Rausand, M. (1998): Reliability Centered Maintenance. *Reliability Engineering and System Safety*. Vol. 60. Issue 2. pp. 121-132.
- Rausand, M., Oien, K. (1996): *The Basic Concepts of Failure Analysis*. Engineering and System Safety. Vol. 53. Issue 1. pp. 73-83.

- Swanson, L. (2001): Linking Maintenance Strategies to Performance. *International Journal of Production Economics*. Vol. 70. Issue 3. pp. 237-244.
- Sharma, R. K., Kumar, D., Kumar, P. (2005): FLM to Select Suitable Maintenance Strategy in Process Industry Using MISO Model. *Journal of Quality In Maintenance Engineering*, Vol. 11. Issue 4. pp. 359-374.
- Szabó B. (szerk.) (1975): *Karbantartási kézikönyv*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest
- Szántó J. (2003): A karbantartási stratégiák és azok értékelése. in: Gaál Z. (szerk.) *Tudásbázisú karbantartás*. Veszprémi Egyetemi Kiadó, Veszprém, pp. 129-152.
- Vatn, J., Hokstad, P., Bodsberg, L. (1996): An Overall Model for Maintenance Optimization. *Reliability Engineering and System Safety*. Vol. 51. Issue 3. pp. 241-257.
- Wang, L., Chu, J., Wu, J. (2007): Selection of Optimum Maintenance Strategies Based on a Fuzzy Analytic Hierarchy Process. *International Journal of Production Economics*, Vol. 107. Issue 1. pp. 151-163.
- Wireman, T. (2004): *Total productive maintenance*. Industrial Press, New York
- Wireman, T. (2008): *Preventive Maintenance*. Industrial Press, New York

Válsághelyzet – fókuszban a munkavállalók – megoldás a MEBIR (MSZ ISO 45001)

Dr. Csizmadia Tibor egyetemi docens, Pannon Egyetem GTK Menedzsment Intézet

Dr. Ködmönné Pethő Henrietta minőségügyi mérnök, mérnök-közgazdász, PhD hallgató, Pannon Egyetem GSDI

1. Bevezetés

A munkatársak fizikai és mentális állapotával, a váratlan helyzetekre való megfelelő reagálással, illetve a szervezeti tudás megőrzésével és visszaállításával kapcsolatban számos tanulmány született, a vírushelyzet azonban ezt a témát „prioritássá” tette napjainkban. Ködmönné Pethő és Csizmadia (2020) megállapításai közül jelen cikk szempontjából kiemeljük, hogy az MSZ EN ISO 9001:2015 (továbbiakban ISO 9001) minőségirányítási követelményszabvány bár alapvető fogalomként definiálja a munkatársakat, sem a jelenlegi, sem egyetlen korábbi ISO 9000-es szabványban nem jelenik meg a szakkifejezések között ennek a meghatározása. Ezeknek a fogalmaknak úgy is, mint alapvető fogalmak, és úgy is, mint a jelenlegi irányítási rendszerekhez szorosan kapcsolódó szakkifejezéseknek, pontosnak, a szabványt használók számára egyértelműen meghatározottnak kell lenniük. Ennek jelentőségét alátámasztják továbbá a 2020-as válsághelyzet kapcsán folytatott felsővezetői interjúk, amelyek szerint a munkavállalók menedzselése azok között a tevékenységek között szerepelt, melyet a vállaltvezetők elsődlegesként jelöltek meg a válsághelyzetre való reagáláskor. Mindezek mellett kiemeljük, hogy a kialakult vírushelyzet egyik legfontosabb következménye a munkavállalók munkahelyi egészségének és biztonságának a kérdésköre.

A vállalatok, működésük szabályozásával kapcsolatban, egyre több irányítási rendszerszabványt használnak, amelyek közül, számossága alapján, kiemelkedik az minőségirányítási követelményszabvány (ISO 9001). Megfigyelhető ugyanakkor, hogy a vállalatok ezt nem önállóan, hanem más szabvánnyal(okkal) együtt, integrált rendszerként működtetik menedzsment rendszereiket (Berényi, 2018; Bernardo, 2014; Rebelo et al., 2016). Mindezek alapján tanulmányunk célkitűzése annak bemutatása és elemzése, hogy az ISO 9001, az MSZ ISO/TS 9002:2017 (továbbiakban ISO 9002) és az MSZ ISO 45001:2018 (MEBIR – Munkahelyi Egészségvédelem és Biztonság Irányítási Rendszer) (továbbiakban ISO 45001) szabványok milyen mértékben képesek biztosítani a munkavállalók komplex menedzselését akár válságszituációban is. Ezen belül is kiemelten foglalkozunk a munkavállalókkal, mint érdekelt felekkel kapcsolatos elvárásokkal, illetve a munkavállalók és a vezetőség kapcsolatával irányítási rendszerek szempontjából. Tanulmányunk aktualitását alátámasztja továbbá, hogy a szervezeti működést alapvetően meghatározó emberi erőforrást fizikai és mentális állapotának megőrzése és fenntartása („karbantartása”), valamint a váratlan helyzetekre való megfelelő reagálás céljából kiemelten kell kezelniük a vállalatoknak, felelősséget kell vállalniuk munkavállalóik munkahelyi egészségéért és biztonságáért, ami magában foglalja egészségük támogatását és védelmét is.

2. Munkatársakkal, munkavállalókkal kapcsolatos szabvány követelmények elemzése

A fejezetben a munkavállalókkal kapcsolatos szabványos előírásokat, útmutatókat mutatjuk be és elemezzük az ISO 9001, az ISO 9002 és az ISO 45001 szabványok alapján.

2.1. Munkatársakkal kapcsolatos elvárások az ISO 9001 szabványban

Az ISO 9001 szabvány 0.2 Minőségirányítási alapelvek szabványszakasza minőségirányítási alapelveként fogalmazza meg a munkatársak elköteleződését. Ezért is különösen fontos, hogy ennek az ISO 9000 (alapfogalmak, szótár) szabványban nem definiált fogalomnak legalább követelmény szinten meg legyenek határozva az elvárásai. Az ISO 9001 szabvány 0.4 Kapcsolat más irányítási rendszerek szabványaival fejezete leírja ugyan a kapcsolatot az ISO 9000-es szabvánnyal, ahol azonban nem találjuk meg a munkatársak fogalom definiálását. A 2. Rendelkező hivatkozások szabvány fejezet szintén az ISO 9000 szabványra hivatkozik. A 3. Szakkifejezések és meghatározásuk fejezet szintén azt az ISO 9000 szabványt hivatkozta meg, ahol a munkatársak fogalom hiányzik. Ahogy látjuk, az ISO 9001 szabvány első 3 fejezetében a munkatársakkal kapcsolatban nem kapunk semmilyen iránymutatást vagy előírást.

Az ISO 9001 szabvány elsőként az 5.1 Vezetői szerepvállalás és elkötelezettség szabványszakasz 5.1.1 Általános előírások h) szakaszában említi a munkatársak kifejezést, miszerint be kell vonni, irányítani és támogatni kell a munkatársakat. A szabvány 7.1.2 szakasza tartalmazza a munkatársakra vonatkozó követelményeket, mint szükséges személyzetet, akit a szervezetnek kell meghatározni és biztosítani kell a minőségirányítási rendszere eredményes bevezetéséhez, folyamatai működtetéséhez és felügyeletéhez. A 7.2 Felkészültség (kompetencia) fejezetben a személy(ek) vonatkozásában a szervezetnek meg kell határozni a szükséges felkészültséget azok esetében, akik olyan munkát végeznek, amely hatással van a minőségirányítási rendszer teljesítményére és eredményességére, valamint ez a szabványszakasz követelményként írja elő, hogy biztosítani kell a felkészültségüket megfelelő oktatás, képzés vagy gyakorlat alapján. A 7.5 Dokumentált információ fejezet 7.5.1 Általános előírások alfejezete előírásként írja a személyek felkészültségét.

A 8.2. A termékekre és szolgáltatásokra vonatkozó követelmények 8.2.4 A termékekre és szolgáltatásokra vonatkozó követelmények megváltozása fejezete követelményként határozza meg, hogy az érintett munkatársak tudomást szerezzenek a megváltozott követelményekről, de ennél részletesebben nem foglalkozik a követelménnyel. A 8.3 A termékek és a szolgáltatások tervezése és fejlesztése 8.3.2 A tervezés és fejlesztés megtervezése f) szakasza a tervezési és fejlesztési folyamatba bevont személyek közötti kapcsolatok felügyeletének szükségességét írja elő követelményként. A 8.4 A külső forrásból biztosított folyamatok, termékek és szolgáltatások felügyelete fejezet 8.4.3 Információk a külső szolgáltatók részére alfejezet c) szakaszában a személyzet felkészültségére vonatkozó előírás jelenik meg. A 8.5 A termékek előállítása és a szolgáltatás nyújtása fejezet 8.5.1 A termék-előállítás és a szolgáltatásnyújtás szabályozása e) szakaszában jelenik meg utolsóként a felkészült személyek kijelölésére vonatkozó követelmény, beleértve bármely szükséges képzettséget.

Az ISO 9001 szabvány elemzése alapján megállapítható, hogy több fejezetben és alfejezetben is megjelennek a munkatársakra (személyekre, személyzetre) vonatkozó

követelmények, valamint a 7.1.2 alfejezetben önálló követelményként is megjelennek a munkatársakra vonatkozó elvárások. Kiemeljük ugyanakkor, hogy egyrészt a munkatársak, mint alapfogalom az ISO 9000-es szabványban nincs definiálva, és az ISO 9001 követelményszabvány előírásai sem elegendők ahhoz, hogy a szervezetek követelményként teljes körűen értelmezni tudják ezt az alapfogalmat.

A tanulmány következő fejezetében a munkatársak alapfogalom értelmezéséhez az ISO 9002 szabványt hívjuk segítségül, hogy az *irányelvek az ISO 9001 alkalmazására vonatkozó szabványban* milyen mértékben kapnak útmutatót a felhasználók a szabvány követelmények teljesítésére vonatkozóan.

2.2. Munkatársakkal kapcsolatos útmutatások az ISO 9002 szabványban

Az ISO 9002 szabvány az alábbi kiegészítésekkel, útmutatásokkal, példákkal segíti a szakembereket a munkatársakra vonatkozó követelmény területén. A 2. Rendelkező hivatkozások és 3. Szakkifejezések és meghatározásuk fejezetek hasonlóan az ISO 9001 szabványhoz szintén meghatározzák, hogy az ISO 9000 szakkifejezései érvényesek ebben a szabványban is, ahol viszont, amint azt korábban bemutattuk, hiányzik a munkatársak definiálása.

Míg az ISO 9001 szabvány 4.1 A szervezet és környezetének megértése szabványszakaszban nem találunk a munkatársakra vonatkozó utalást, úgy az ISO 9002 szabvány azonos számú fejezete belső tényezőként jelöli az emberi szempontokat, mint a személyzet felkészültségét, valamint a szakszervezetekkel ápoltság kapcsolatokat. A 4.2 Az érdekelt felek szükségleteinek és elvárásainak megértése fejezetben példát ad az ISO 9002 szabvány a szervezet által lényegesnek tekinthető érdekelt felekre, mint az alkalmazottakra, akik a szervezet nevében dolgoznak, valamint szintén példát találunk a lényeges érdekelt felek követelményeire, mint az alkalmazottakra vonatkozó irányelvekre. Ez mindenképpen segítség a szervezeteknek az érdekelt felekre vonatkozó szabvány követelményt megérteni, mert ezt a szabvány fejezetet az ISO 9001 szabvány az alkalmazottak és személyzet vonatkozásában nem részletezi, csak az érdekelt felek kifejezést használja.

Az 5.1 Vezetői szerepvállalás és elkötelezettség 5.1.1 fejezete h) szakaszában a szervezet munkatársainak bevonásáról, irányításáról és támogatásról az ISO 9002 szabvány, miszerint a munkatársaknak a minőségirányítási rendszer eredményességéhez való hozzájárulásához elengedhetetlen a velük való kommunikáció. Az 5.3 szervezeti szerepek, felelősségek és hatáskörök fejezetben a szabvány leírja, hogy a felső vezetőségnek meg kell állapítania a szerepekre a felelősségeket és hatásköröket és biztosítani kell eredményes kommunikációval, hogy a szervezet munkatársai megértsék és tudatosítsák a kijelölésüket (ezt az ISO 9001 szabvány nem tartalmazza). Ennek a szabványszakaszban az értelmezésekor az ISO 9002 szabvány a munkatársak, kommunikáció és tudatosság fogalmakat együtt használja.

A 6.3 változások tervezése fejezetben példát ad a szabvány arra a változás tervezésre, amikor kulcsszerepet betöltő személyek távoznak, például nyugdíjazás vagy egyéb egészségügyi okok miatt.

A 7.1 erőforrások fejezet 7.1.1 pontja arra vonatkozóan ad ajánlást, hogy a szükséges erőforrások meghatározásakor a szervezet a belső erőforrások, mint például a munkatársak aktuális képességeit és ezek bármilyen korlátozását, mint erőforrások számát is gondolja át. A szabvány 7.1.2 munkatársak fejezete tartalmazza a konkrét követelményekre vonatkozó irányelveket, úgymint

...a szervezet rendelkezzen folyamatainak működéséhez és felügyeletéhez, valamint a minőségirányítási rendszer eredményes bevezetéséhez szükséges megfelelő emberi erőforrásokkal. Vegyék figyelembe a minőségirányítási rendszerrel kapcsolatos funkciókat és szerepeket (például működtetési tevékenységek, auditok, ellenőrzés, vizsgálat, panaszvizsgálás) ellátó érintett munkatársak aktuális munkaterhelését és felkészültségét. A szükséges munkatársak meghatározásakor a szervezet alkalmazza a kockázatalapú gondolkodást és gondolja át a konkrét folyamatokra kijelölt felelőségeket és a hatásköröket. A szervezet dönthet úgy, hogy további személyeket toboroz, vagy külső szolgáltatót alkalmaz. Ilyen esetben ajánlatos átgondolnia az olyan tényezőket, mint egy kiegészítő képzés szükségessége, szolgáltatási szint megállapodások létrehozása, illetve a szolgáltatók auditálása, hogy gondoskodjon a szükséges teljesítmény eléréséről. Teljes mértékben vegyék figyelembe a felkészültségi követelményeket (ISO 9001:2015, 7.2 szakasz).

A 7.1.2 szakasz az ISO 9001 szabvánnyal ellentétben a személyzet szó helyett emberi erőforrás meghatározást használ. Példát ad arra vonatkozóan, hogy a szervezetek vegyék figyelembe a minőségirányítási rendszerekkel kapcsolatos funkciókat és szerepeket is, valamint alkalmazzák a kockázatalapú gondolkodásmódot, továbbá a külső szolgáltató alkalmazására is ajánlásokat ad. A 7.1.6 szervezeti ismeretek fejezetben iránymutatást kapunk arra vonatkozóan, hogy az ismeretek alapját a szervezet munkatársai és tapasztalataik képezik. A szervezeti ismeretek meghatározásakor olyan példákat ad a szabvány, mint tanulási lehetőségek tanulási kudarcokból, ismeretek összegyűjtése vevőktől, külső szolgáltatóktól és partnerektől, szervezeten belüli ismeretek (mentorálás, utánpótlás nevelés), benchmarking, belső hálózat, tudatosítási képzések és hírlevelek.

A 7.2 Felkészültség (kompetencia) fejezet a munkatársak felkészültségére vonatkozóan ír példát, ők töltik be azokat a munkaköröket, amelyek hatással lehetnek a termékek és szolgáltatások megfelelőségére, vagy a vevői elégedettségre, mint például vezetők, tényleges alkalmazottak, ideiglenes munkavállalók, alvállalkozók, kihelyezett munkatársak. A felkészültségi követelményeket a szervezetnek kell meghatároznia, akár tevékenység, akár munkakör/szerep szerint. A fejezet felveti azt a lehetőséget is, hogy bizonyos feladatokat, melyek speciális felkészültségi szintet követelnek meg, minősített személyek lássanak el. Célszerű a személyzet felkészültségét átvizsgálni, ezzel megerősíteni, hogy rendelkezik a megfelelő végzettséggel, képzettséggel vagy tapasztalattal. Ezek az átvizsgálások elvégezhetőek állásinterjúk, önéletrajzok, megfigyelések, képzés vagy oklevelek dokumentált információinak átvizsgálásával. Amennyiben egy munkatárs nem teljesíti a felkészültségi követelményeket, intézkedéseket ajánlatos tenni, mint például a munkavállaló mentorálása, képzés biztosítása, a folyamat leegyszerűsítése, vagy a munkavállaló másik pozícióba való áthelyezése. Ezeket értékelni célszerű, például a munkatárs teljesítményének közvetlen megfigyelése, vagy a feladatok és projektek eredményének vizsgálata által. Amennyiben a szervezet felügyelete alatt munkát végző személy külső szolgáltatótól jött, úgy további felügyeleti tevékenységre és figyelemmel kísérésre lehet szükség, úgymint ezeknek a folyamatoknak az auditálása, ezeknek a termékeknek és szolgáltatásoknak az ellenőrzése, valamint szerződés és szolgáltatási szint megállapodások létesítése. Dokumentált információk megőrzése szükséges a munkavállalók felkészültségéről, mint például diplomák, jogosítványok, önéletrajzok, képzési igazolások és teljesítményértékelések.

A 8.2.4 termékekre és szolgáltatásokra vonatkozó követelmények megváltozása fejezet kiemeli, hogy az érintett személyek (szervezeten kívül és belül egyaránt) legyenek tisztában a termékekre és szolgáltatásokra vonatkozó követelmények esetleges megváltozásával, melyhez a szervezetnek alkalmas kommunikációs módszert kell választani, valamint dokumentált információkat kell megőrizni, mint például e-mailes értesítés, ülésjegyzőkönyvek, vagy módosított megrendelés.

A 8.3.2 tervezés és fejlesztés megtervezése fejezetben iránymutatást ad a szabvány, hogy a fejlesztési folyamatokba bevont munkatársak számára szükséges felelőségeket és hatásköröket is meg kell határozni. A bekapcsolható belső és külső erőforrásokra példát is ír a szabvány, úgymint szervezeti ismeretek, berendezések, technológia, felkészültség, támogatás a vevők vagy külső szolgáltatók részéről, ideiglenes munkavállalók, műszaki információkat nyújtó kódexek/dokumentumok, szabványok. A szervezetnek ismernie kell azt is, hogy mire van szükség ahhoz, hogy a munkatársai előállítsák a terméket, vagy szolgáltatást nyújtsanak, úgymint rajzok, felügyeleti tevékenységek, nyersanyagok, elfogadási kritériumok.

A 8.4 külső forrásból biztosított folyamatok, termékek és szolgáltatások felügyelete fejezetben a korábbi 7.2 felkészültség (kompetencia) fejezettel összhangban egy-egy példát láthatunk ezekre a követelményekre, úgymint a 8.4.2 felügyelet típusa és mértéke, valamint a 8.4.3 információk külső szolgáltatók részére alfejezetekben. A 8.5.1 termék-előállítás és szolgáltatásnyújtás szabályozása fejezet szintén hivatkozik a munkát végző személyek felkészültségére, minden szükséges képzettséget beleértve, mint ami például a roncsolás mentes vizsgálok számára szükséges.

Összességében elmondható, hogy az ISO 9001 szabványban meghatározott munkatársakra vonatkozó követelményekre az ISO 9002 szabvány számos esetben megfelelő iránymutatást és példákat nyújt a szervezetek számára, hogy értelmezni és megfelelően használni tudják az ISO 9001-es szabvány-követelményeket napi működésük során. Az elemzés során azonban azt a következtetést is le kellett vonnunk, hogy míg az ISO 9001 szabvány, mint alapvető működési folyamatokat definiáló irányítási rendszer szabvány nem teljes körűen segíti a szervezeteket a követelmények értelmezésében, mert szükséges az ISO 9001 alkalmazásához egyidőben használni az ISO 9002 szabványt, mint irányelveket. Az ISO 45001 A munkahelyi egészségvédelem és biztonság irányítási rendszer szabvány, ahogy azt a következő fejezetben bemutatjuk, már önmagában is követelményszabvány alkalmazási útmutatóval együtt.

2.3. Munkavállalókkal kapcsolatos követelmények és útmutatások az ISO 45001 szabványban

Az ISO 45001 szabvány (a fejezetben MEBIR-ként is említjük) azért került kiválasztásra az elemzéseink során, mert a szabvány egyik előnye, hogy kiemelten foglalkozik a munkavállalókkal, úgymint a munkavállalók és egyéb érdekelt felek szükségleteinek és elvárásainak megértésével, a vezetői szerepvállalással és a munkavállalók részvételével, a munkaerő megnövelt védelmével, a javuló munkatársi motivációval, továbbá a szabvány egyik kiemelt fókuszában a munkavállalók és külső személyek biztonsága és egészségének védelme áll.

A tanulmányban a MEBIR szabvány két, a munkavállalókat tartalmazó fejezetét elemezzük: a 4. fejezet 4.2. alfejezetében A munkavállalók és egyéb érdekelt felek szükségleteinek és elvárásainak megértését, valamint az 5. fejezet Vezetői szerepvállalás és a munkavállalók részvétele szabványfejezet követelményeit.

A fejezetek elemzése előtt szükséges megemlíteni, hogy a MEBIR szabvány a Bevezetés 0.1 Hátér fejezetében már írja a munkavállalók irányában a felelőséget, hogy a szervezet felelős a munkavállalók és mások munkahelyi egészségéért és biztonságáért, akikre hatással lehetnek a tevékenységei. A fizikai és mentális egészségük támogatását és védelmét is magában foglalja ez a felelősség. Azok a szervezetek, akik alkalmazzák a MEBIR rendszert, képessé

válnak biztonságos és egészséges munkahelyek biztosítására, a munkával kapcsolatos egészségkárosodás és sérülés megelőzésére, valamint MEB-teljesítménye (Munkahelyi Egészségvédelem és Biztonság) folyamatos javítására.

A szabvány a 0.2. Egy MEB irányítási rendszer célja fejezetben konkrét célként határozza meg, hogy a MEB irányítási rendszer célja és tervezett eredményei a munkavállalók munkával kapcsolatos sérülésének és egészségkárosodásának megelőzése, valamint a biztonságos és egészséges munkahelyek biztosítása.

A 0.3. Sikertényezők fejezetben a szabvány sikertényezőként határozza meg, hogy a szervezet felhasználhatja ezen dokumentum sikeres bevezetésének bizonyítását a munkavállalók és más érdekelt felek meggyőzésére, hogy eredményes MEB irányítási rendszert működtessen. Azt is jelzi, hogy ennek a dokumentumnak az alkalmazása azonban önmagában nem garantálja a munkavállalók munkával kapcsolatos sérüléseinek és egészségkárosodásának megelőzését, a biztonságos és egészséges munkahelyek biztosítását, valamint a jobb MEB-teljesítményt.

Nagy előnye az ISO 45001-es szabványnak, hogy az ISO 9001-es szabvánnyal ellentétben már tartalmazza ennek a dokumentumnak az alkalmazására érvényes szakkifejezéseket és meghatározásokat, számunkra további lényeges eredménye a szabványnak, hogy míg az ISO 9000 szabványban nem találtuk meg alapvető fogalom és szakkifejezés szintjén, úgy a MEBIR szabványban konkrétan definiálásra kerül, hogy mit ért a szervezet a munkavállaló szakkifejezés alatt.

...a munkavállaló munkát vagy munkával kapcsolatos tevékenységeket végző személy, aki a szervezet (3.1. szakasz) felügyelete alatt áll. 1. megjegyzés: A személyek különböző, fizetett vagy ingyenes, megállapodások alapján végeznek munkát vagy munkával kapcsolatos tevékenységeket, rendszeresen vagy átmenetileg, szakaszosan vagy szezonálisan, alkalomszerűen vagy részmunkaidőben. 2. megjegyzés: A munkavállalók közé tartozik a felső vezetés (3.12. szakasz), a vezető és nem vezető beosztású személyek. 3. megjegyzés: A szervezet felügyelete alatt végzett munkát vagy munkával kapcsolatos tevékenységeket végezhetnek a szervezet alkalmazott munkavállalói, külső szolgáltatók munkavállalói, vállalkozók, magánszemélyek, kölcsönzött munkavállalók valamint más személyek, attól függően, hogy a szervezet hogyan osztja meg a munkájukra vagy a munkával kapcsolatos tevékenységükre gyakorolt felügyeletet a szervezet környezetének megfelelően (MSZ ISO 45001:2018, 3.3. fejezet).

A 4. A szervezet környezete 4.2. A munkavállalók és egyéb érdekelt felek szükségleteinek és elvárásainak megértése alfejezetben a szabvány követelményként írja elő, hogy a szervezetnek meg kell határoznia azokat a munkavállalókon kívüli egyéb érdekelt feleket, akik lényegesek a MEB irányítási rendszer szempontjából, továbbá a munkavállalók és egyéb érdekelt felek lényeges szükségleteit és elvárásait (azaz követelményeit). A szabvány követelmény megértéséhez az A mellékletben konkrét példákat ad a szabvány, miszerint a munkavállalók mellett az érdekelt felek a következőket foglalhatják magukban:

- a) jogi és szabályozó hatóságok (helyi, regionális, állami/tartományi, nemzeti vagy nemzetközi);
- b) anyavállalatok;
- c) szállítók, vállalkozók és alvállalkozók;
- d) a munkavállalók képviselői,
- e) munkavállalói szervezetek (szakszervezetek) és munkáltatói szervezetek;
- f) a szervezet tulajdonosai, részvényesei, ügyfelei, látogatói, helyi közössége és szomszédjai, valamint az általános nyilvánosság;
- g) vevők, gyógyászati és egyéb közösségi szolgáltatások, média, egyetemek, üzleti szövetségek és civil szervezetek (NGO-k);

h) a munkahelyi egészségvédelem és biztonság szervezetei, valamint munkahelyi biztonsági és egészségügyi szakemberek.

Egyes szükségletek és elvárások kötelezőek, például mivel azokat beépítették a törvényekbe és rendeletekbe. A szervezet dönthet úgy is, hogy önként egyetért az egyéb szükségletekkel és elvárásokkal, vagy elfogadja azokat (pl. egy önkéntes kezdeményezéshez való csatlakozással). Amint a szervezet elfogadja azokat, a MEB irányítási rendszer tervezésekor és kialakításakor foglalkozni kell velük (MSZ ISO 45001:2018, A Melléklet 4.2).

A szabvány 5. Vezetői szerepvállalás és a munkavállalók részvétele fejezet 5.1 Vezetői szerepvállalás és elkötelezettség alfejezetben a MEB irányítási rendszer vonatkozásában a felsővezetőségnek biztosítani kell vezetői szerepvállalását és elkötelezettségét a munkavállalók irányában többek között azzal, hogy biztosítja az erőforrások rendelkezésre állását a MEB irányítási rendszer kialakításához, bevezetéséhez, fenntartásához és fejlesztéséhez. Támogatja és irányítja a személyeket abban, hogy hozzájáruljanak a MEB irányítási rendszer eredményességéhez, valamint védi a munkavállalókat a szankcióktól, ha jelentik az eseményeket, veszélyeket, kockázatokat és lehetőségeket, továbbá azt is biztosítja, hogy a szervezet kialakít és bevezet folyamat(ka)t a munkavállalókkal való konzultációra és részvételükre. Az 5.2 MEB politika fejezetben írja elő a szabvány, hogy a szervezetnek olyan MEB politikát kell kialakítania, bevezetnie és fenntartania, mely többek között elkötelezettséget tartalmaz a munkavállalókkal, és ahol vannak, a képviselőikkel folytatott konzultációra és részvételükre. Az 5.3 Szervezeti szerepek, felelőségek és hatáskörök fejezetben jelöli, hogy a munkavállalóknak a szervezet minden szintjén felelősséget kell vállalniuk a MEB irányítási rendszer azon tényezőiért, amelyek felett felügyeletet gyakorolnak. Az 5.3 melléklet konkrétan leírja, hogy míg a felsővezetésnek általános felelőssége és hatásköre van a MEB irányítási rendszerért, a munkahelyen minden személynek figyelembe kell vennie nemcsak saját egészségét és biztonságát, hanem másokét is, továbbá megjegyzi, hogy ajánlatos, hogy a munkavállalók képesek legyenek jelenteni a veszélyes helyzeteket azért, hogy intézkedéseket lehessen tenni. Arra is képesek, hogy szükség szerint az elbocsátás, a fegyelmi eljárás vagy más hasonló szankció veszélye nélkül az aggodalmakról jelentést tegyenek a feljebbvalóik felé. Az 5.4 Konzultáció és a munkavállalók részvétele szabvány szakasz követelményei között szerepel, hogy a szervezetnek folyamat(ka)t kell kialakítania, bevezetnie és fenntartania minden elfogadható szinten és funkcióra a munkavállalókkal, és ahol van, a munkavállalók képviselőivel folytatott konzultációra, továbbá részvételükre a MEB irányítási rendszer kidolgozásában, tervezésében, bevezetésében, teljesítményértékelésében, továbbá fejlesztési tevékenységeiben. A szervezetnek tehát:

a) mechanizmusokat, időt, képzést és a szükséges erőforrásokat biztosítani kell a konzultációra és a részvételre;

1. MEGJEGYZÉS: A munkavállalói képviselet egy mechanizmus lehet a konzultációra és részvételre.

b) időben hozzáférést kell biztosítani a világos, érthető és lényeges információkhoz a MEB irányítási rendszerről;

c) meg kell határozni és el kell távolítani az akadályokat vagy korlátokat a részvétel előtt, és minimalizálni kell azokat, amelyeket nem lehet eltávolítani;

2. MEGJEGYZÉS: Az akadályok és korlátok tartalmazhatják a munkavállalói bemenetek vagy javaslatok megválaszolásának elmaradását, a nyelvi vagy az írni-olvasni nem tudásból eredő korlátokat, a szankciókat vagy szankciókkal való fenyegetést, valamint olyan politikákat vagy gyakorlatokat, amelyek elrettentik vagy büntetik a munkavállalói részvételt.

d) hangsúlyozni kell a konzultációt a nem vezető beosztású munkavállalókkal a következőkről:

1) az érdekelt felek szükségleteinek és elvárásainak meghatározása (lásd a 4.2. szakaszt);

- 2) a MEB-politika kialakítása (lásd az 5.2. szakaszt);
 - 3) a szervezeti szerepek, felelőségek és hatáskörök kijelölése, ahogy alkalmazható (lásd az 5.3. szakaszt);
 - 4) a jogszabályi és egyéb követelmények teljesítésének meghatározása (lásd a 6.1.3. szakaszt);
 - 5) a MEB-célok kidolgozása és elérésük megtervezése (lásd a 6.2. szakaszt);
 - 6) a kihelyezés, beszerzés és vállalkozók fölött alkalmazható felügyelet meghatározása (lásd a 8.1.4. szakaszt);
 - 7) annak meghatározása, hogy mit szükséges figyelemmel kísérni, mérni és kiértékelni (lásd a 9.1. szakaszt);
 - 8) auditprogram(ok) tervezése, kidolgozása, bevezetése és fenntartása (lásd a 9.2.2. szakaszt);
 - 9) a folyamatos fejlesztés biztosítása (lásd a 10.3. szakaszt);
- e) hangsúlyoznia kell a nem vezető beosztású munkavállalók részvételét a következőkben:
- 1) mechanizmusok meghatározása a velük folytatott konzultációra és részvételükre;
 - 2) a veszélyek azonosítása, valamint a kockázatok és lehetőségek felmérése (lásd a 6.1.1. és a 6.1.2. szakaszt);
 - 3) intézkedések meghatározása a veszélyek kiküszöbölésére és a MEB-kockázatok csökkentésére (lásd a 6.1.4. szakaszt);
 - 4) a felkészültségi (kompetencia-) követelmények, képzési szükségletek, képzések meghatározása és a képzések kiértékelése (lásd a 7.2. szakaszt);
 - 5) annak meghatározása, hogy mit kell kommunikálni és ezt hogyan fogják megtenni (lásd a 7.4. szakaszt);
 - 6) a felügyeleti intézkedéseknek, ezek eredményes bevezetésének és alkalmazásának a meghatározása (lásd a 8.1., 8.1.3. és 8.2. szakaszt);
 - 7) az események és nemmegfelelőségek kivizsgálása, valamint a helyesbítő tevékenységek meghatározása (lásd a 10.2. szakaszt).
3. megjegyzés: A nem vezető beosztású munkavállalókkal folytatott konzultáció és részvételük hangsúlyozása azt célozza, hogy alkalmazzák azokat a munkatevékenységeket végző személyekre, de nem célja, hogy kizárja például a munkatevékenységek vagy a szervezet más tényezői által érintett vezetőket.
4. megjegyzés: Ismeretes, hogy ingyenes képzések biztosítása a munkavállalók számára, és ahol lehet, a képzések munkaidőben történő biztosítása jelentős akadályokat háríthat el a munkavállalói részvétel elől (MSZ ISO 45001:2018, 5.4 fejezet).

A szabvány 5.4 Konzultáció és a munkavállalók részvétele szabvány követelményhez útmutatót ad, melyben leírja, hogy a munkavállalók (és ahol vannak a munkavállalók képviselőinek) részvétele és konzultációja kulcsfontosságú tényező lehet a MEB irányítási rendszer sikeréhez és erre ajánlatos is ösztönözni őket a kialakított folyamatok révén. Továbbá jelzi azt is az útmutató, hogy a konzultáció kétirányú kommunikációt jelent, amely magában foglalja a párbeszédet és véleménycserét is. A konzultáció a szükséges információk időben történő rendelkezésre bocsátása, hogy a döntés meghozatala előtt tájékozott visszajelzést adjanak a szervezetnek. A részvétel képessé teszi a munkavállalókat arra, hogy hozzájáruljanak az intézkedések és a javasolt változtatások döntéshozatali folyamataihoz, amelyek a MEB irányítási rendszert érintik. A MEB irányítási rendszerben a visszajelzés tehát a munkavállalói részvétel függvénye. Ajánlatos, hogy a munkavállalókat minden szinten ösztönözzék a veszélyes helyzetek bejelentésére azért, hogy megelőző intézkedéseket vezethessenek be, illetve helyesbítő tevékenységeket hajthassanak végre.

Összegzésként megállapíthatjuk, hogy a három elemzett szabványból (ISO 9001, az ISO 9002 és az ISO 45001) az ISO 45001-es szabványban található meg legteljesebb körűen a munkatársak menedzsmentje.

3. Összegzés

A kialakult vírushelyzet legfontosabb következménye többek között a munkavállalókra, valamint a munkavállaló munkahelyi egészségének és biztonságának védelmére, továbbá a válsághelyzetre való gyors reagálásuk kérdésköre. Azok a piaci szereplők, akik a munkavállalókkal kapcsolatos szakkifejezéseket és követelmény-előírásokat keresik az irányítási rendszer-szabványokban, ők ezeket a szakkifejezéseket az ISO 9000 szabványban nem találják meg, illetve az ISO 9001 követelményszabványt pedig teljes körűen csak az ISO 9002 útmutató szabvánnyal tudják együtt használni, hogy teljes képet kapjanak a munkatársak menedzsmentjével kapcsolatban. Az ISO 45001-es szabvány ugyanakkor alkalmas a munkatársak teljes körű menedzsmentjére, mivel tartalmazza a munkatársak és tágabb körben az érdekeltek definiálását, a munkatársakkal, illetve munkahelyi egészségvédelem és biztonság kérdéskörének követelményeit és végezetül útmutatót is ad ezeknek a követelményeknek az alkalmazásához. Mindezekből következik, hogy a munkatársak - mint a jelenlegi helyzetben kiemelt erőforrás – menedzsmentje teljes körűen megtalálható az ISO 45001-es szabványban.

4. Felhasznált források

Berényi, L. (2018). The spread of ISO 9001 and ISO 14001 management system standards. *International Journal of Economics and Management Systems*, 3, 11-18.

Bernardo, M. (2014). Integration of management systems as an innovation: a proposal for a new model. *Journal of Cleaner Production*, 82, pp. 132-142.

Ködmönné Pethő, H. és Csizmadia, T. (2020). A minőségirányítási alapfogalmak fejlődésének áttekintése az ISO 9000 5.0 tükrében. *Minőség és Megbízhatóság*, 54(1), 90-100.

Rebelo, M. F., Santos, G., & Silva, R. (2016). Integration of management systems: towards a sustained success and development of organizations. *Journal of Cleaner Production*, 127, pp. 96-111.

MSZ EN ISO 9001:2015 Minőségirányítási rendszerek. Követelmények

MSZ ISO/TS 9002:2017 Minőségirányítási rendszerek. Irányelvek az ISO 9001:2015 alkalmazásához

MSZ ISO 45001:2018 A munkahelyi egészségvédelem és biztonság irányítási rendszere. Követelmények alkalmazási útmutatóval

A megfelelés vizsgálata a felsőoktatásban

Dr. Benedek Petra egyetemi adjunktus, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

1. Bevezetés

Az elmúlt évtizedekben a hagyományos menedzsment területek (pl.: emberi erőforrás menedzsment) olyan témákkal egészültek ki, amelyekre általában jellemző, hogy újabb piaci vagy szervezeti igényekre válaszolnak.

A minőségmenedzsment területén is tapasztalható a menedzsment terület határainak változása az elmúlt 50 évben. Jelen cikk célja, hogy bemutassa a minőségmenedzsmenthez kapcsolódóan a compliance (megfelelés) menedzsment területét és a felsőoktatási megfelelés vizsgálatát.

2. A compliance menedzsment mai értelmezése

Amennyiben a gazdaságot a társadalom egy alrendszerének tekintjük, egy vállalat vevőit tekinthetjük egy olyan csoportnak, mely a társadalom egy részét reprezentálja. A termékekre vagy az azokhoz kapcsolódó szolgáltatásokra vonatkozó vevői elvárásokban (pl.: ár, megbízhatóság, a kiszolgálás udvariassága stb.) az adott társadalmi csoportra jellemző kulturális és társadalmi tényezők testesülnek meg. A minőségmenedzsment elméletekben implicite megjelenik a társadalmi elvárásoknak és előírásoknak való megfelelés, mint a minőség egyik összetevője (Kövesi, 2011).

A compliance a mindennapi értelmezések szerint a szabályoknak való megfelelést jelenti. Tágan értelmezve ez a szemlélet nagyon hasonló a minőségmenedzsmentben alkalmazott folyamatfejlesztéshez, azzal a különbséggel, hogy a minőség helyett a megfelelés fejlesztése áll a vizsgálatok középpontjában (Schmidt et al., 2007). A compliance menedzsment minden szinten és értelemben a gondos munkavégzést támogatja, a belső folyamatok kialakításától elkezdve, a minőségellenőrzésen keresztül a szervezeti kultúráig. Közgazdasági értelemben a compliance menedzsment adott gazdasági szervezet hatékony irányításához nyújt segítséget változó gazdasági (jogi) környezetben, a belső működés szabályosságát, megfelelését és a stratégiával való összhangot tartva szem előtt (Silverman, 2008, Tarantino, 2008).

A compliance menedzsment kialakulását alapvetően a felelős társaságirányítási botrányok ösztönözték. A pénzügyi, üzleti összeomlások érzékeltetik, hogy a szabályozási háttér milyen erős kapcsolatban áll a vállalatirányítási elvekkel és gyakorlattal. A compliance működési területe (scope) vállalatonként változó, az adott szervezetenél felmerülő problémákkal, kockázati területekkel összhangban kerül meghatározásra. Ebben a kérdésben a tevékenységi kör, a vállalat mérete és az iparág mind jelentős tényezők. Tipikus compliance kockázatok a vállalati csalás, a termékbiztonság, a reputációs kockázat stb. (Lipton et al., 2010):

Fontos különbséget tenni a társadalmi felelősségvállalás, a vállalati elszámoltathatóság, az átláthatóság és a compliance menedzsment fogalmai között. A társadalmi felelősségvállalás (Corporate Social Responsibility, CSR) egy üzleti fogalom, amely szerint a vállalatok önszabályozási folyamatokon keresztül figyelembe veszik a társadalom érdekeit, mégpedig azáltal, hogy tekintettel vannak tevékenységük üzletfelekre, beszállítókra, alkalmazottakra, tulajdonosokra, valamint a környezetre kifejtett hatására. A társadalmi felelősségvállalás

túlmutat a jogszabályok betűjének és szellemének betartásán. Az átláthatóság és az elszámoltathatóság szorosan kapcsolódó fogalmak, a jó vállalatirányítási gyakorlat fontos elemei. Az átláthatóság felöleli a hosszú távú gondolkodást, a fenntartható működést, a bevételi és a kiadási átláthatóságot.

Az elszámoltathatóság érinti a beszámolási kötelezettséget (pénzügyi és nem pénzügyi jelentések), a szervezeti felépítést, a stratégiát, az eljárásokat és a tevékenységeket. Továbbá magában foglalja a vezetők és a felügyelőbizottság felelősségét. „A vállalatirányítási keretrendszer célja, hogy ösztönözze a források hatékony felhasználását, valamint, hogy megteremtse a forrásokkal való gazdálkodásért fennálló felelősséget. A cél az, hogy az egyének, a társaságok és a társadalom érdekei a lehető legnagyobb összhangba kerüljenek.” (Cadbury, 2000, p. vi). Az előbbi idézet érzékelteti, hogy a vállalatirányítás, a felelősségvállalás, az átláthatóság és az elszámoltathatóság szorosan összekapcsolódó fogalmak.

Továbbá, különbséget kell tenni a kockázatkezelés és a compliance menedzsment között, és ezek bonyolult kapcsolatát tisztázni (Hutter & Powar, 2000). A kockázatkezelés célja a szerencsétlen események valószínűségének és / vagy hatásának minimalizálása, ellenőrzése. A működési kockázat „a nem megfelelő vagy nem sikeres belső folyamatok, emberek és rendszerek vagy külső eseményekből eredő közvetlen vagy közvetett veszteség kockázata.” (Operational Risk, 2001, p. 2) A működési kockázat jogi kockázatot foglal magában, de nem foglalja magában a hitelkockázatot, a piaci kockázatot, a reputációs kockázatot és a stratégiai kockázatokat. Vannak olyan kockázati szegmensek, amelyek egyszerre működési és compliance kockázatot is jelentenek (pl.: adatvédelmi kockázatok).

A közszféra szervezetei, intézményei, például önkormányzatok, vagy állami fenntartású közoktatási, felsőoktatási, egészségügyi vagy kulturális intézmények (pl.: múzeumok) esetében szintén érdemes megvizsgálni, hogy miként valósul meg a felelős irányítás, vezetés. Ez nyilván magában foglalja a jogszabályoknak történő megfelelést, mely terület hagyományosan erősen meghatározza a működést. Emellett az elmúlt években egyre hangsúlyosabbá vált az elszámoltathatóság, az összeférhetlenség elkerülése és az integritás. Az utóbbi fogalom annyival több, mint a szabálykövetés, hogy magában foglalja az értékekhez való minél nagyobb fokú igazodást. „Az integritás az elvek, értékek, cselekvések, módszerek, intézkedések konzisztenciáját jelenti, vagyis olyan magatartásmódot, amely meghatározott értékeknek megfelel...” (Pulay, 2014, p. 152) Az értékek között említhető a köz szolgálata, az igazságosság, az egyenlő bánásmód, az elkötelezettség és a példamutatás.

A 370/2011. (XII. 31.) Korm. rendelet a költségvetési szervek belső kontrollrendszeréről és belső ellenőrzéséről alapján a közszféra belső ellenőrzési gyakorlatának része a szabályszerűségi ellenőrzés, mely arra irányul, hogy „az adott szervezet vagy szervezeti egység működése, illetve tevékenysége megfelelően szabályozott-e, és érvényesülnek-e a hatályos jogszabályok, belső szabályzatok és vezetői rendelkezések előírásai” (370/2011. (XII. 31.) Korm. rendelet 21.§ (3)). E rendelet a belső ellenőrzéshez kapcsolódóan tanácsadó feladatokat is megfogalmaz:

„a) vezetők támogatása az egyes megoldási lehetőségek elemzésével, értékelésével, vizsgálatával, kockázatának becslésével...

f) javaslatok megfogalmazása a költségvetési szerv működése eredményességének növelése és a belső kontrollrendszerek javítása, továbbfejlesztése érdekében, a költségvetési szerv belső szabályzatainak tartalmát, szerkezetét illetően” (370/2011. (XII. 31.) Korm. rendelet 21.§ (4)).

A fenti felsorolásból lényeges a tanácsadási tevékenység kockázat alapú megközelítése, mely szintén párhuzamban áll a compliance szemlélettel. Felmerül a kérdés, mennyire könnyen elfogadható, illetve milyen szervezeti feszültségeket kelt a szervezet dolgozóiban, ha a belső ellenőrzés az ellenőrzéseken túl tanácsadást is végez. A pénzügyi szolgáltatások területén végzett empirikus kutatásaink (Benedek, 2019) alapján ezt a kettősséget nem triviális feloldani, sem a belső ellenőrzés munkatársai körében, sem a szervezet többi munkatársa tekintetében.

3. Jelentősebb szabványok a compliance támogatására

Világszerte erős törekvés nyilvánul meg a compliance tevékenység minőségbiztosítási kereteinek szabványok általi meghatározására. Két szabványt szeretnénk kiemelni, ezek az ISO 31000: 2018 és az ISO 19600:2014.

A szervezetek által felmerülő kockázatok kezelése – MSZ ISO 31000:2018. Ezt a szabványt 2018. november 11-én tették közzé angol nyelven. Magyar nyelven 2019. január 1-től elérhető. Az ISO 31000: 2018 útmutatást nyújt a szervezetek által felmerülő kockázatok kezelésére vonatkozóan. Ezen iránymutatások alkalmazása bármely szervezetre és környezetére szabható, a szervezet teljes élettartamára használható, és bármely tevékenységre, beleértve a döntéshozatalt, minden szinten alkalmazható. Az előszó alapján a 2009-es verzióhoz képest a fő változások:

- „a kockázatmenedzsment alapelveinek átvizsgálása, amelyek kulcsfontosságú kritériumok annak sikeréhez,
- a felső vezetés vezetői szerepvállalásának és a kockázatmenedzsment integrálásának kiemelése, a szervezet felelős irányításától kezdve,
- nagyobb hangsúly a kockázatmenedzsment iteratív jellegére, megállapítva, hogy az új tapasztalatok, ismeretek és elemzések elvezethetnek a folyamat minden egyes szakaszban a folyamat elemek, a tevékenységek és a felügyeleti intézkedések módosításához.” (ISO 31000:2018)

A fenti részben is kiemelt iteratív jellegű kockázatmenedzsment fontossága a szövegben több helyen visszatér, a TQM folyamatos fejlesztés gondolata ismerhető fel ebben. A vezetői szerepvállalás és elkötelezettség kiemelése, valamint a mindenkire kiterjedő felelősségvállalás („A szervezetben mindenkinek van felelőssége a kockázatok menedzsmentjében.”) szintén összhangban van a TQM filozófiával.

Az ISO 19600:2014 megfelelésirányítási rendszerek – Irányelvek egyelőre csak angolul érhető el (eredeti címe Compliance management systems), az egyik legfontosabb nemzetközi ajánlás a vállalkozások szabályszerűségének kezelésére, mely a megfelelés biztosítás és a kockázatkezelés együttműködését írja le. A dokumentum előzménye az ausztrál pénzügyi szférában 1998-ban létrehozott, majd 2006-ban frissített „AS 3806 – Compliance Programs” sztenderd. A dokumentum hivatkozott forrásainál látható, hogy ez az irányelv támaszkodik az ISO 9001-re, valamint a panaszkezelési ISO 10002-es szabványra és a társadalmi felelősségvállalással kapcsolatos irányelvekre (ISO 26000). A compliance menedzsment rendszerekre vonatkozó 19600:2014-as irányelvek közel állnak az ISO 31000 kockázatkezelési szabványhoz. Ezt szemlélteti, ha összehasonlítjuk a folyamatokat mindkét dokumentumban (1. táblázat).

1. táblázat. Menedzsment folyamatok az ISO standardokban, nem teljeskörűen
 Forrás: saját szerkesztés

ISO 31000:2018	ISO 19600:2014
Kommunikáció és konzultáció	Kommunikáció
A kontextus megteremtése (Terjedelem, környezet, kritériumok)	A kontextus megteremtése (Terjedelem, környezet, kritériumok) és Compliance Menedzsment Rendszer kialakítása
Kockázat azonosítás	Compliance kötelezettségek és kapcsolódó compliance kockázatok azonosítása
Kockázat elemzés	Kockázat elemzés – a nem-megfelelőség valószínűsége és hatása
Kockázat értékelés	Kockázat értékelés – rangsorolás és prioritások meghatározása
Kockázat kezelés	Kockázat kezelés – kontrollok megtervezése és bevezetése
Feljegyzés és jelentéskészítés	Teljesítményértékelés és jelentéskészítés

„Az integritás és a compliance tehát nem csupán egy bázis, hanem egy sikeres és fenntartható szervezet lehetősége” – írja az ISO 19600:2014. A szervezeti kultúra a hosszú távon sikeres működés érdekében magában kell, hogy foglalja a szabályszerű működést és a hatékony kockázatmenedzsmentet. Az ISO 19600:2014 folyamatábráján a ciklus első lépése a compliance követelmények meghatározása és a kockázatok értékelése.

Összességében megállapítható, hogy a compliance szemlélet a vállalati kultúrában implicit módon már a múltban is jelen volt, de a külső szabályozások és a belső szervezeti fejlődés eredményeként a megfelelés kérdése ma már explicit problémaként és önálló megoldásokkal jelenik meg a szervezetek működésében. Érzékelhető a legújabb szabványokban, hogy a kockázatmenedzsment és a megfelelés a szervezeti kultúra része. Lényeges megemlíteni, hogy a minőségmenedzsmenthez hasonlóan, a compliance menedzsment eredményeit is hosszú távon érdemes vizsgálni.

4. A megfelelés vizsgálatának módszertana

Hagyományosan az iskola „tekintélyelvű, formalizált, jól szabályozott intézmény, gyakori ellenőrzéssel, jól körülírt szerepekkel” (Serfőző, 2005), ezért alkalmas a szabálykövetés vizsgálatára. Mindez a felsőoktatásra is érvényes. A felsőoktatási képzési követelmények intézményi megjelenésének és érvényesülésének vizsgálatánál az előkészítő szakaszban a Desk Research módszert alkalmaztuk. Egyfelől a kormányzati adatbázisok felhasználása, például a Magyar Felsőoktatási Akkreditációs Bizottság (<http://www.mab.hu/>) nyilvános adatbázisában szereplő dokumentumok, a módosított és hatályos jogszabályokat hozzáférhetővé tévő Jogtár, másfelől a vizsgálatba bevont felsőoktatási intézmények honlapjainak elemzése során.

A vezetés és szervezés mesterszak összesen 10 felsőoktatási intézményben került akkreditálásra. Néhány intézmény esetében időközi intézkedési terv kidolgozását, illetve

monitorozást írt elő a MAB határozat. Ezt olyan menetközbeni változás lehetőségének értelmeztük, mely miatt végül öt jelentős hagyományokkal és jó szakmai referenciával rendelkező egyetemet választottunk ki: Budapesti Corvinus Egyetem, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Debreceni Egyetem, Miskolci Egyetem, és Pannon Egyetem. A vizsgáldás bővítésével további három intézmény (Eszterházy Károly Egyetem Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar, Metropolitan Egyetem, Soproni Egyetem Lámfalussy Sándor Közgazdaságtudományi Kar) esetében is vizsgáltuk az adott szak KKK-jának való megfelelést a publikusan elérhető mintatantervek alapján.

A KKK-k tartalmi standardként történő értelmezése a nemzetközi összehasonlíthatóság szempontjából lényeges, mivel a KKK-k határozzák meg a képzésre vonatkozóan a Magyar Képesítési Keretrendszer, valamint az Európai Képesítési Keretrendszer szerinti besorolást, továbbá a képzés időtartalmát.

5. A megfelelés vizsgálatának tapasztalatai a felsőoktatásban

A Magyar Felsőoktatási Akkreditációs Bizottság legfőbb döntéshozó testülete, a Plénum 2016. január 29-ei ülésén egyhangú szavazással döntött a gazdaságtudományi képzések párhuzamos akkreditációjáról. Ezzel egyidejűleg 220 gazdaságtudományi alap- és mesterképzés öt évre szóló (2021. január 31-ig) akkreditációja valósult meg, 25 részben átfedésekkel is rendelkező, de az akkreditáció szempontjából elkülönülő szak esetében.

Kutatásaink fókuszának megfelelően a vezetés és szervezés mesterszak esetében a képzési programoknak KKK-nak való megfelelést kívántuk vizsgálni a képzés szempontjából mértékadó felsőoktatási intézményeknél. A kiválasztott intézmények mintatanterveit az adott szak érvényes KKK-jával vetettük össze.

A 2016. július 1-jén elfogadott akkreditációs határozat szerint 2021. január 31-éig tekinthetők a vizsgáldásra kiválasztott intézmények esetében hatályosnak az akkreditált képzési programok. A magyar felsőoktatási intézményrendszerben, illeszkedve az európai követelményekhez, a képzési és kimeneti követelmények határozzák meg a megszerzendő szakképzettséget. Lényeges ugyanakkor, hogy a képzési program kidolgozása intézményi autonómiába tartozik. Az autonómia nyomán a képzési programok minden intézményben többé-kevésbé különbözőek, intézményi sajátosságok és szakmai megfontolások szerint. Abban a tulajdonságukban azonban azonosnak kell lenniük, hogy a képzési folyamat végére a KKK-ban megfogalmazott követelményeket teljesíteniük kell.

Az általános értelmezés szerint a képzési és kimeneti követelmények azoknak az ismereteknek, jártasságoknak, készségeknek, készség képességeknek (kompetencia) összessége, illetve az a tudás, melynek megszerzése esetén az adott szakon oklevél kiadható (Ftv, 108. § 16.). Ez képezi alapját a tantervnek, amelynek elemei: képzési szakonként bontásban a tantárgyak, tantervi egységek alapján meghatározott óra-és vizsga terv a követelmények teljesítésének ellenőrzésére, értékelési rendszere, valamint a tantárgyak, tantermi egységek tantárgyi programja (108. § 42.) Egy 2015-ös törvénymódosítás már tartalmazza a hallgatói kompetenciamérés fogalmát is. „Az oktatás minőségének biztosítását célzó rendszerek nagy gondot fordítanak az oktatási folyamatok pontos tervezésére, de arra már ritkán figyelnek, hogy ezek eredményeképpen a hallgatóik milyen minőségű valóságos tanulási tapasztalathoz jutnak.” (Halász, 2012, p. 408)

A korszerű KKK-k és mintatantervek a tudáson belül megkülönböztetik az ismereteket és a készségeket, azaz a „tudni mit” és „tudni hogyan” eredménycéljait. A 2010-es évek közepén megvalósított korszerűsítés eredményeként megkezdődött a tanulmányi eredményekre, a kimeneti szabályozás elvére épülő koncepció bevezetése. A KKK az

intézményi autonómia szellemében közvetlenül nem tartalmaz tantervi elemeket csupán a kimeneti követelményeket, amelyeket a tanuló egyén szempontjából fogalmaz meg. Vagyis nem a tanítási folyamat az érdekes, hanem az, hogy mi lett a tanulás eredménye. Az ehhez elvezető folyamat az adott intézmény hatásköre, beleértve azt is, hogy abba – akár saját versenyelőnyének megteremtése érdekében –, milyen intézményi sajátosságokat épít bele. Így a KKK lehetőséget ad a képzések, a tantárgyak fejlesztésére. „...a szándékolt vagy tervezett tanulási eredmények meghatározása többféle módon is lehetséges csakúgy, mint annak értékelése, vajon sikerült-e ezeket a valóságban elérni. Ami az előbbit illeti, ez az a pont, ahol a kvalifikációs rendszerek korábban említett reformja, nevezetesen a nemzeti képesítési keretrendszerek fejlődése közvetlen és nagy hatást gyakorol. Ezek ugyanis jellegzetes módon kompetencia-alapú megközelítést követnek, azaz az egyes kvalifikációkhoz olyan komplex követelményeket kapcsolnak, amelyek a tudás és képességek többféle formáját fedik le, és amelyek nagy hangsúlyt helyeznek a gyakorlatban történő eredményes cselekvésre. Így például az Európai Képesítési Keretrendszer a tudás (knowledge), a képességek (skills) és a kompetencia, azaz az autonóm és felelős cselekvésre való képesség és hajlandóság komplex együttese (competence) hármában írja le a kvalifikációkhoz kapcsolódó követelményeket.” (Halász, 2012, p. 412)

Megállapítottuk, hogy a vezetés és szervezés MSc szak esetében általánosságban valóban fennáll a kreditszámokra vonatkozó megfelelés. Az elemzés során a hatályos Vezetés és szervezés MSc szakra vonatkozó KKK két, a tartalmi elemzés szempontjából releváns pontjában foglaltakat (6. és 8.) vettük figyelembe. A KKK szerint a szak orientáció kredit értéke 48-72 lehet. A diplomamunka 15 kredit értékét kötöttnek tekinthető, a szabadon választott tantárgyak esetében pedig a minimális kreditérték 6. A kredit-megoszlás vizsgálata esetében a KKK 9.1.1, a harmadik a 9.1.2. pontja szerint a szak három ismeretblokkból épül fel:

1. Gazdaságtani és társadalomtudományi ismeretek (marketingmenedzsment ismeretek, pénzügyi ismeretek, matematikai-statisztika módszerek és elemzések, kvantitatív döntési módszerek, kutatási módszertan, vezetői üzleti gazdaságtan, gazdaságpolitika) – 15-30 kredit;
2. Vezetés és szervezés szakmai ismeretek (szervezetelmélet, szervezeti magatartás és vezetés, stratégiai menedzsment, változás- és tudásmenedzsment, projektek menedzselése, termelés- és folyamatmenedzsment, integrált információs rendszerek irányítása, controlling) – 20-30 kredit.
3. A választható specializációk, szakmai modulok képzésen belül kreditaránya – 30-40 kredit.

A diplomamunka 15 kredit értéke kötöttnek tekinthető, a szabadon választott tantárgyak esetében pedig a minimális kreditérték (6) növelése értelemszerűen csökkenti a többi kategória keretét, jellemzően a specializációhoz tartozó tantárgyak együttes kreditértékét.

2. táblázat. A kreditmegfelelés összesítése
Forrás: saját szerkesztés

	gazdaság- tani és társadalom- tudományi ismeretek	vezetés- szervezés szakmai ismeretek	specializáció	szabaddon választható	diploma- munka	összesen
KKK elvárás	15-30	20-30	30-40	6+	15	120
BCE	30	30	35	10	15	120
BME	34	25	40	6	15	120
DE	30	30	39	6	15	120
ME	30	29	37	9	15	120
PE	30	30	39	6	15	120
EKE	26	30	38	11	15	120
METU	27	27	45	6	15	120
SE	29	26	42	8	15	120

A 2. táblázatban látható, hogy a 8 intézményt tartalmazó körben a KKK által megfogalmazott kredit kritériumoknak az intézményi mintatantervek általánosságban megfelelnek. Csekély, csupán 2-5 kredites eltéréseket sikerült azonosítani, melyek azonban minden esetben a képzés részletes vizsgálatát, újratervezését vetik fel.

Például, a BME esetében a Gazdaságtani és társadalomtudományi ismeretek esetében a 34 kredit több, mint a KKK szerinti 30 kredites felső korlát. Az eltérésnek okai lehetnek a hagyományok, illetve, a tanszékek, oktatók közötti érdekviszonyok. A hallgatói visszacsatolások alapján érdemes lenne felmérni, hogy ez az eltérés valójában milyen hatással van a diplomához szükséges tudás és készségek megszerzésére. Véleményünk szerint a képzés pénzügyi oldala nagyon erős, de mindez a vezetés szervezés szakmai tantárgyak kárára valósul meg. A többi egyetem jó példáját követve szervezetelméletek, változásmenedzsment, stratégiai menedzsment, döntésmélet vagy kontrolling tantárgyakkal lehetne fejleszteni a vezetés szervezés szakmai blokkot.

Tény, hogy a folyamatosan változó jogszabályi környezet markánsan jelen van a felsőoktatás működését meghatározó tényezők között, ami folyamatos alkalmazkodásra és fejlesztésre kényszeríti az intézményeket. Ebben az alkalmazkodásban jelentős szereppel rendelkeznek azok a vezetők, akik az egyes szervezeti egységek életében, működésük minőségének és szabályszerűségének kialakításában kulcsszerepet töltenek be.

6. Következtetések

A minőségmenedzsment elméletekben impliciten megjelenik a compliance, mivel a minőség egyik összetevője a társadalmi elvárásoknak és előírásoknak való megfelelés (Kövesi, 2011).

Egyes gazdasági szervezetekben, ahol magas a nem megfelelő működés kockázata, önálló és független szervezeti egység feladata a compliance menedzsment. A felsőoktatási

kutatás során a mintatantervek KKK-nak való megfelelésével illusztráltuk a megfelelés gyakorlati vizsgálatát.

Az ISO 19600:2014 ajánlás a compliance menedzsment rendszerek működését kockázatalapú megközelítésben, a folyamatszemplélet figyelembevételével és univerzálisan, bármely iparágban alkalmazható modellként írja le. A kockázatkezelés és a compliance menedzsment integrációja egy előremutató szervezeti működés, a téma releváns és további kutatások lehetőségét rejti. A compliance területén elért eredmények mérése azonban nem triviális, különösen a társadalmi szolgáltatások területén.

7. Felhasznált szakirodalom

Benedek P. (2019): Compliance menedzsment a pénzügyi szolgáltatásokban, Munkaügyi Szemle, 62. évf. 4. szám, 41-51. o.

Cadbury, S. A. (2000): Foreword in Iskander, M. R., Chamlou N.: Corporate Governance: A Framework for Implementation, Világbank, <http://documents.worldbank.org/curated/en/831651468781818619/pdf/30446.pdf>, 2019/05/10

Halász G.: Hallgatói kompetencia vizsgálatok, 2012, Educatio 2012/3, 401-422. o.

Hutter, B, Powar, B. (2000): Risk Management and Business Regulation, Financial Times Mastering Risks <http://eprints.lse.ac.uk/35975/1/RiskManagementAndBusinessRegulation.pdf>, 2019/05/12 11

ISO 19600:2014 szabvány

ISO 31000: 2018 szabvány

Kövesi J (szerk): Minőség és megbízhatóság a menedzsmentben. Budapest, Typotex Kiadó, 2011

Lipton, M., Neff, D. A., Brownstein, A. R., Rosenblum, S. A., Emmerich, A. O., Niles, S.J., Mathew, S. J., Walker, B. M., Von Bismark, P. (2012): Risk Management and the Board of Directors, Wachtell, Lipton, Rosen, Katz, November 2008, <http://blogs.law.harvard.edu/corpgov/files/2008/11/riskmanagement-and-the-board-of-directors.pdf>, pp. 7-13, 2012/05/07

Operational Risk (2001), Basel Committee on Banking Supervision, <https://www.bis.org/publ/bcbsca07.pdf> 2019/05/12

Pulay Gy. (2014): A korrupció megelőzése a szervezeti integritás megerősítése által, Pénzügyi Szemle, 2014/2, https://www.asz.hu/storage/files/files/penzugyiszemle/2014/pulay_2014_2.pdf, 2019/05/10

Schmidt, R., Bartsch, C., Oberhauser, R. (2007): Ontology-based representation of compliance requirements for service processes, Proceedings of the Workshop on Semantic Business Process and Product Lifecycle Management, SBPM 2007; <http://ceur-ws.org/Vol-251/paper4.pdf> 2019/05/12

Silverman, M. (2008) Compliance Management for Public, Private, and Nonprofit Organizations, McGraw Hill, New York

Tarantino, A. (2008): Governance, Risk and Compliance Handbook. Chichester: John Wiley & Son

Karbantartás Ipar 4.0 környezetben

Tasner Dóra, ügyvivő szakértő, Pannon Egyetem

Nagy Andrea Magda, adjunktus, Pannon Egyetem

Dr. Kovács Zoltán, egyetemi tanár, Pannon Egyetem

1. Ipar 4.0

Az Ipar 4.0-t leggyakrabban a 4. ipari forradalomhoz kötik. Az ipari fejlődés egyfajta időbeli szakaszolása az 1. táblázatban látható.

1. táblázat. Az ipari forradalmak generációi.

Generáció	Időszak	
1. ipari forradalom / Industry 1.0	A 18. sz. vége	Az első mechanikus szövőszék, a gőzgép feltalálása, gőz és vízhajtású gépesítés
2. ipari forradalom / Industry 2.0	A 20. század eleje	Tömeggyártás, munkamegosztás, elektromos energia
3. ipari forradalom / Industry 3.0	Az 1970-es évek kezdete	Elektronika és IT alapú automatizálás
4. ipari forradalom / Industry 4.0	Ma	Hálózatalapú gyártás, dolgok az interneten. Kiber-fizikai rendszer

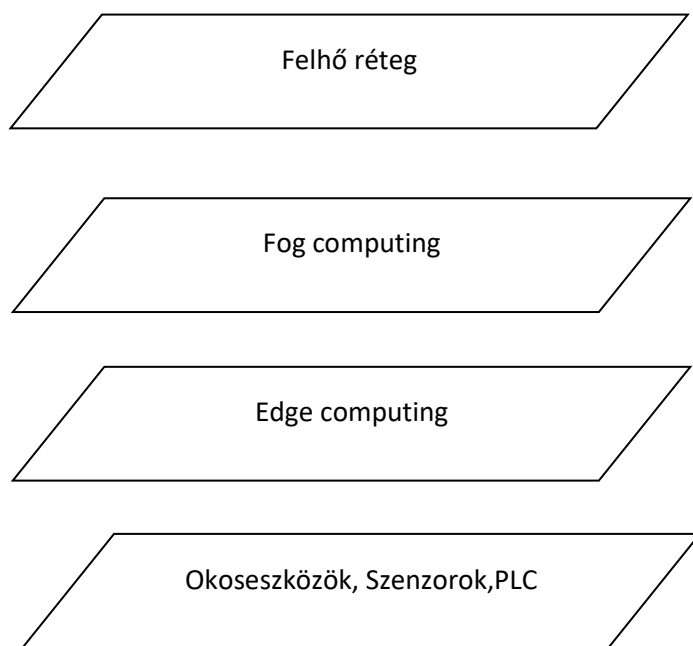
1.1. Alkalmazott megoldások

Az utóbbi idők legizgalmasabbnak tartott technológiái (<https://blog.hubspot.com/news-trends/2019-tech-trends-to-watch>):

- Okosház
- Önvezető autók
- Mesterséges Intelligencia
- 5G
- Okoshangszórók
- A dolgok (tárgyak) internete
- Virtuális valóság
- Robotika
- Bitcoin

- Hordható (viselhető) technológia
- Arcfelismerés
- Hang asszisztens
- Kiterjesztett valóság
- Blokklánc
- Okosvárosok
- Rollerek

Az adatok továbbítása és feldolgozása különböző (hierarchia)szinteken valósul meg (1. ábra: IT réteg hierarchia).



1. ábra: IT réteg hierarchia

Egy másik forrás (<https://www.mobileappdaily.com/future-technology-trends>) szerint a 2020-ra előre jelzett technológiai trendek:

- 5G hálózat: igény szerinti sebesség/válaszidő, fogyasztás - IoT
- Autonóm vezetés
- Folyamatközeleli adatfeldolgozás (edge computing, (1. ábra: IT réteg hierarchia)
- A technológia demokratizálása
- Az ember kiterjesztése (fizikai, szellemi)
- Eloszlott felhő
- DARQ (az elosztott főkönyvi technológia (Distributed Ledger Technology, DLT), a mesterséges intelligencia (Artificial Intelligence, AI), a kiterjesztett valóság (Extended Reality, XR) és a kvantumszámítástechnika (Quantum Computing, Q)

- Személyes profilozás
- AI termékek
- Széleskörű adatrögzítés
- Pillanatnyi piacok: valós idejű elemzések, frissítések
- Automatizálás
- Az emberi munkaerő átképzése
- Orvosi frissítés
- Digitális pénz(kezelés)

Exponenciálisan fejlődő technológiák Abonyi és Miszlivetz (2016) szerint:

- biotechnológia,
- neurotechnológia,
- nanotechnológia,
- új energia és fenntarthatóság,
- IT & mobil technológia,
- új szenzorok,
- 3D nyomtatás,
- mesterséges intelligencia,
- robotok,
- drónok.

A szerzők véleménye szerint a szakirodalmi vizsgálat és az ipari berendezésgyártókkal lefolytatott interjúk alapján a fő trendek

Általános gépesítés és automatizálás.

Az automatizálásban egyre nagyobb szerepet kap a szoftveres vezérlés. Megatrendnek tekinthető a gépi látás, gépi tanulás és a mesterséges intelligencia beépülése a rendszerekbe.

Történetileg a fizikai folyamatok, azon belül is a gyártási műveletek automatizálása valósult meg először. Az anyagkezelés többnyire maradt emberi feladat, aminek látható megjelenése, amikor ember szolgálja ki a gépet. A gépi látás, a szenzorok és a fejlett irányítási formák egyre inkább lehetővé teszik az anyagkezelés automatizálását, például az önműködő szállítóeszközök révén. Ezekkel valósul meg a gép-gép kapcsolat. A karbantartásra ugyancsak jellemző a nem kötött anyagkezelés, a változó helyszín és az anyagok, eszközök szabad elhelyezése.

Az irányítási folyamatok – például beszerzések – automatizálása is egyre inkább jelen van. A szolgáltatásoké ugyancsak.

A fejlett irányítási formák igénylik a működés egyre nagyobb részének modellezését, szimulációját. Ennek révén alakul ki a szervezetek digitális ikre (DTO).

Például egy raktárban virtuális és kiterjesztett valóság alapú támogatással történik az áruk kiszedése, a csomagok és rakatok összeállítása.

Az automatizálás igényli a szenzorok és hálózatok egyre szélesebb körű használatát.

Információk tömeges gyűjtése.

Részen az előzőekben már említett gépi tanulás igényli, de a hagyományos értelemben vett előrejelzés is tudja hasznosítani a gépekből, folyamatokból kikerülő információt.

A szenzorokból, PLC-kből kikerülő adatok helyi, hálózatos, felhős tárolására már megvan a tárolási kapacitás és az adatátviteli sebesség. Például a gépjárművek használata során gyűjtött információk hasznos forrást jelentenek az egyre magasabb szintű önvezetés megvalósításához.

A valós idejű műszaki diagnosztika sok adatot állít elő (big data), amelyek feldolgozásához mesterséges intelligencia alkalmazható.

Széleskörűség

Több szektor (például egészségügy, mezőgazdaság) és ember (okos otthonok, hálózaton, mobil eszközön elérhető szolgáltatások) érintett a technológiák alkalmazásában.

Kontextus-függő, rugalmas. személyre szabott termékek és szolgáltatások

Korábban jórészt a szoftver adta a rugalmasságot. Ma már univerzális hardverek, például vezérlőkártyák vannak. Korai megjelenése volt a skálázható számítógépek. A termelésben a gyors átállás képessége még inkább fontos az egyedi igények miatt.

Viselhető, beültetett technológiák

Az emberi szervezetre vagy szervezetbe beültetett eszközök alkalmazása.

A fizikai kiterjesztés kategóriái: szenzoros (hallás, látás, érzékelés), végtagok és biológiai funkciók (exoskeletonok, protézisek), agyi (a rohamok kezelésére szolgáló implantátumok) és a genetikai (szomatikus gén- és sejterápia) kiterjesztés.

A szellemi kiterjesztést alapvetően a mesterséges intelligencia alkalmazása jelenti. Itt komoly jogi és etikai kérdések merülnek fel például a döntésekért viselt felelősség kapcsán. (Például önvezetés, génmódosítás.)

Átláthatóság és társadalmi felelősség

Ahogy az ellátási láncokban csökkennek a vállalatok közötti határok, a társadalom irányába is egyre nagyobb a nyitottság, átláthatóság. Már nemcsak a hagyományos értelemben vett környezeti, egészségi károk megelőzéséről van szó, de az emberekről gyűjtött információról és annak hasznosításáról. Például egészségügyi/genetikai, biztosítási, vásárlási, választói adatok, döntések. Itt jelenik meg a GDPR jelentősége.

A blokkláncok részben a tranzakciók visszakereshetősége, részben pedig a kikényszerített bizalom elhagyása révén valódi szimmetrikus kapcsolatot biztosítanak.

Az ipar 4.0 összetevői:

- kiber-fizikai rendszer (Cyber-Physical Systems: CPS)
- dolgok internete (internet of things: IoT),
- emberek internete (internet of people: IoP), hasonló az IoT-hez,
- szolgáltatások internete (internet of services: IoS),
- okos gyár (smart factory), az előzőek kombinációival kialakított gyár.

Az internet of things a karbantartásban inkább evolúciós jellegű, – leginkább a diagnosztika révén – régóta jelen van. A koncepciónak megfelelően IP címe és a hálózathoz történő hozzáférése lehet a következőknek:

- Karbantartandó eszköz
- Állapotvizsgáló eszköz
- Karbantartó eszköz
- Karbantartó ember

Hermann - Pentek - Otto (2015, 2016) szerint az Ipar 4.0-ban a következő tervezési elvek érvényesülnek:

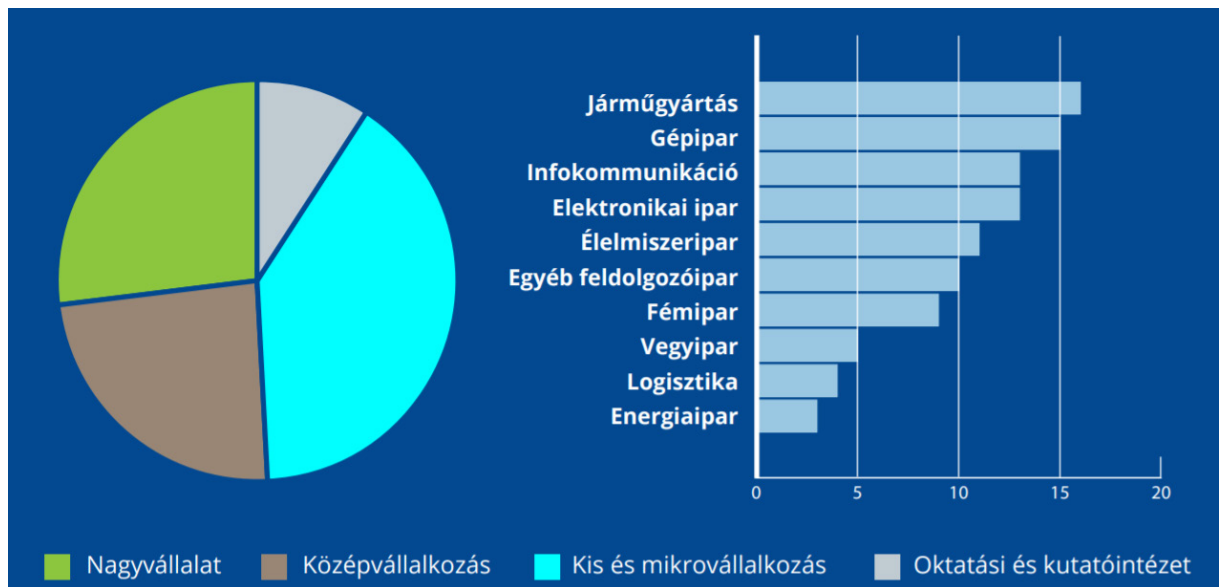
- Interoperabilitás (interoperability): kapcsolódás IoT, IoP, IoS alkalmazásával.
- Az információ átláthatósága (information transparency): modellezés, szimuláció, bement érzékelőkből,
- Decentralizáció (decentralized decisions): a döntések helyben, pl. szenzor adatok alapján,
- Valós idejűség (real time capability): az adatok gyűjtés és a döntések
- Szolgáltatás orientáltság (service orientation)
- Modularitás (modularity): csereszabatos gépek, termékek (részei)
- Technikai segítség (technical assistance): vizualizáció, helyettesítés.

Ezek mindegyikének vannak karbantartási vonatkozásai.

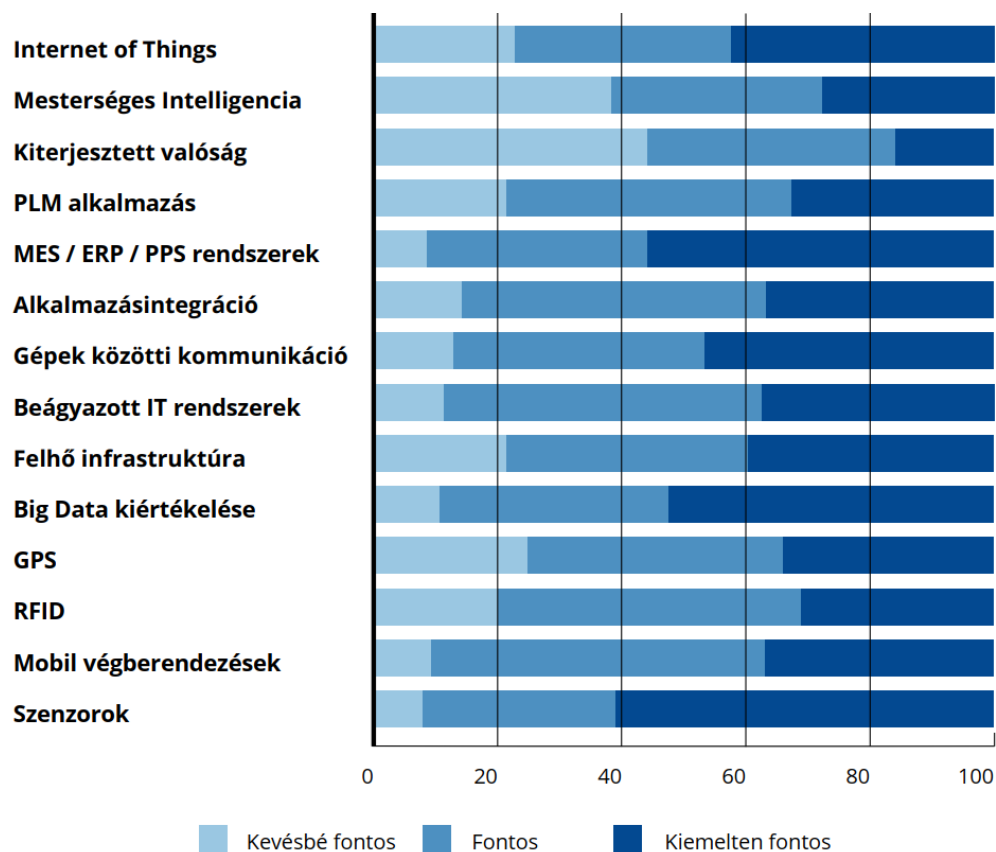
1.2. Egy hazai felmérés eredményei

A Nemzetgazdasági Minisztérium (NGM) támogatásával, a Magyar Tudományos Akadémia Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézet (MTA SZTAKI) koordinációjával 2016 májusában jött létre az Ipar 4.0 Nemzeti Technológiai Platform (NTP) mintegy 40 tagszervezet – vállalatok, kutatóintézetek, egyetemek, szakmai szervezetek – részvételével.

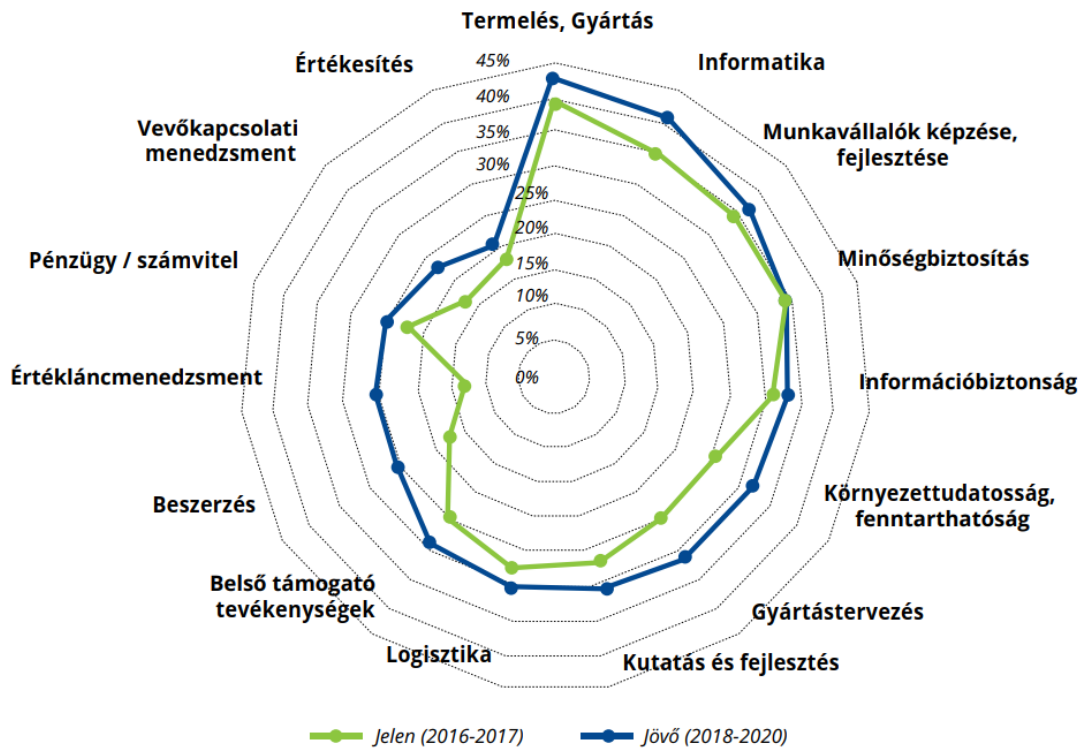
2017 az NTP tavaszán egy kérdőíves felmérést indított a hazai digitális érettség feltárására. A vizsgálat néhány eredményét a 2-6. ábrák mutatják (Nick, et al., 2017).



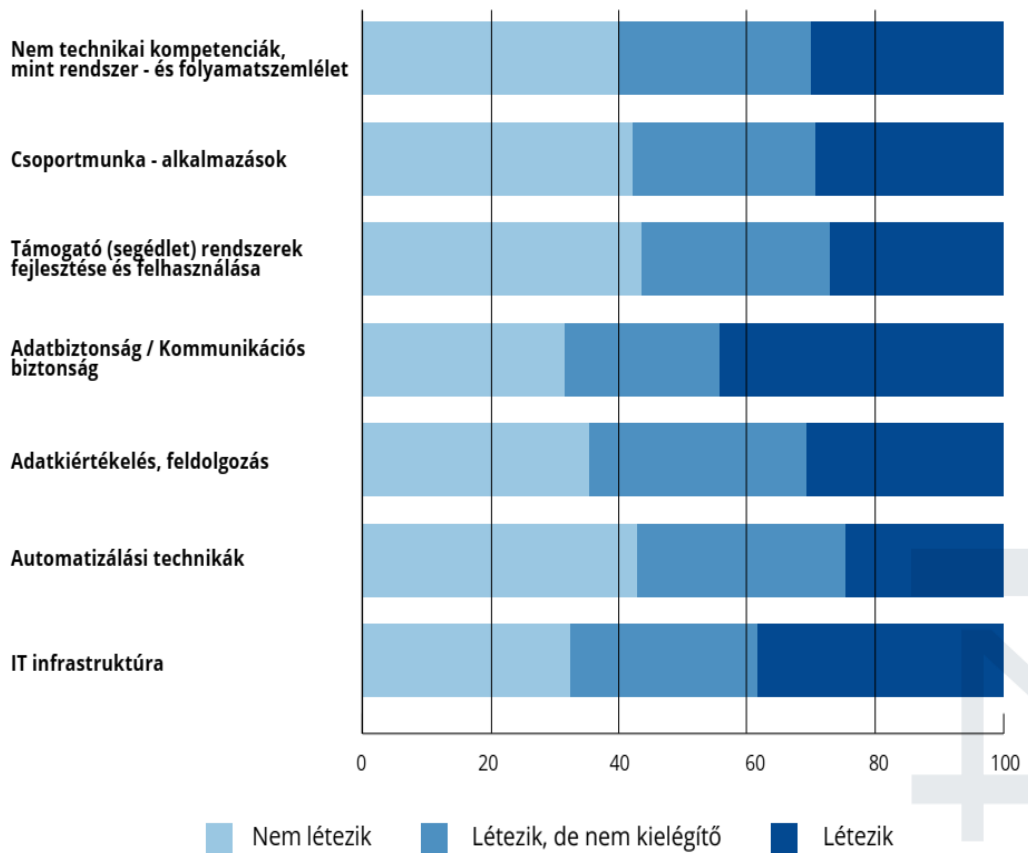
2. ábra: A felmérésben többségében jármű- és gépipari cégek szerepeltek (Nick, et al., 2017).



3. ábra: A szenzorok kiemelt fontosságúak az Ipar 4.0 alkalmazásokban (Nick, et al., 2017).



4. ábra: Elsősorban a termelés közeli folyamatok vannak az Ipar 4.0 fejlesztések fókuszában (Nick, et al., 2017).



5. ábra: A támogató folyamatok hiányosak (Nick, et al., 2017).

2. Karbantartás

Az intenzívebb eszközhasználat új kihívások elé állítja a karbantartást. Ugyanakkor a műszaki fejlődés új lehetőségeket is teremt.

2.1. Kihívások

A kiber-fizikai rendszerek és a karbantartás kapcsolata több területen valósul meg:

- intelligens hálózat – állapotjelek az elektromos, GSM, WAN (pl zigbee), wifi és egyéb hálózaton.,
- elektromos, autonóm autórendszerek – több elektromos meghibásodás (megelőzése – de exp.),
- 'orvosi' felügyelet – mobil, kritikus rendszerek
- folyamatirányító rendszerek – valós idejű, on-line állapotadatok a folyamatokból,
- robotrendszerek – mechatronikai karbantartás,

Néhány, az elvárások oldaláról várható trend:

- Mennyiségben nagyobb eszközpark, aminek kiszolgálása nagyobb kapacitást igényel.
- Az eszközök változatossága megnő. Valószínű, hogy a gyártói karbantartás mértéke is nőni fog.
- Valószínű, hogy a prediktív karbantartás nagyobb arányban lesz jelen.
- A gépesítés/automatizálás magasabb szintjéből adódóan, a gépek által okozott kiesések mértéke megnő, egyre több hibafajta válik kritikussá.
- A karbantartókkal szembeni kompetencia-elvárások megváltoznak.
- Nemcsak a munkák összetétele, hanem a fenntartási terület költségstruktúrája is megváltozik.
- A leírtakból adódóan a CMMS alkalmazások elkerülhetetlenné válnak.

2.2. Lehetőségek

Néhány, a lehetőségek megváltozásával kapcsolatban:

- Egyre több diagnosztikai eszköz áll rendelkezésre.
- A gépek vezérléséből, saját diagnosztikájából, a folyamatokból több adat kerül ki.
- Az előzőek eredményeképpen sokkal több adat keletkezik, ami felhasználható a meghibásodások megelőzésére szolgáló tevékenységek tervezésére.
- Csökken az operátori tevékenységek ideje, az operátorok jobban bevonhatók lesznek a gépek karbantartásába, beállításába.

- Javul az adatokhoz és elemzési eredményekhez – akár cégen kívüliekhez is - történő hozzáférés lehetősége, akár mobil eszközökön.

Ezek közül néhányat a továbbiakban részletesebben is tárgyalunk.

2.2.1. Szenzorok

A különböző szenzorok - a mérő- és diagnosztikai rendszerekben – már több évtizede jelen vannak a karbantartásban. Emiatt ezek alkalmazásának fejlődése inkább evolúciós, mintsem revolúciós jellegű. A prediktív szenzorok jelzik, ha közeleg a meghibásodás időpontja.

Példa néhány szenzorra:

- rezgés – egy és háromtengelyes, k
- nyomás
- hőmérséklet
- részecskeszenzor olajban
- átfolyásmérő
- feszültség/áram
- nedvesség
- pozíció,
- komplex állapotfelügyelet

A szenzorok segítik a karbantartásellátási folyamatot a megrendelt áru követésével. A 6. ábrán a FEDEX egyik megoldása látható (https://www.senseaware.com/wp-content/uploads/SenseAware3000_Collateral.pdf).



6. ábra: A FedEx árukövető szenzora

A szenzorral mért jellemzők, beépített funkciók:

- hőmérséklet,
- nedvességtartalom,
- barometrikus nyomás,
- ütés,
- fény.
- antennák: GSM, GPS, WiFi, Bluetooth
- színes LED és e-ink kijelző

Bár közvetlenül nem a karbantartók használják, de a karbantartói munkát segíti.

Olcsó érzékelők:

- Nyomatott érzékelők rugalmas polimer fóliára RFID-hez.
- Az olcsó szenzor technológia olyan érzékelőtechnológia, amelyet eredetileg fogyasztói felhasználásra fejlesztettek ki.
- Nagy mennyiségben készülnek.
- Széles körben alkalmazhatók a termelési és logisztikai folyamatokban és a környezetben.

2.2.2. Lokális helymeghatározó rendszerek

A karbantartók tipikusan előre csak részben definiált rendszerben dolgoznak. Az előkészített anyagok, alkatrészek helye többnyire estleges, adott pillanatban alakul ki. Ugyanez igaz a szerszámokra is munka közben. Ennek eredménye gyakran a keresgélés. Ekkor kerülnek képbe a lokális helyazonosító rendszerek.

A (lokális) helymeghatározó rendszerek segítik a nem megadott helyen (például raktárban, telepítési helyen) lévő eszközök megtalálását, követését. Ilyen rendszerek elemei:

- Szenzorok
- Adattovábbítás
- Hálózatok
- Kapcsolat az ERP rendszerrel.

2. táblázat. Lokális helyazonosító megoldások (Clarinox Technologies Pty, 2009).

Passzív RFID	Passzív RFID	Aktív RFID	Bluetooth	WIFI
Energiaigény	Nincs	Kicsi - közepes	Közepes	Nagy
Sebesség	Alacsony	Kicsi - közepes	Közepes - magas	Nagy
Lefedtettség	Alacsony	Közepes	Magas	Nagy
Hw költségek	Címke: alacsony Olvasó: közepes. magas	Közepes	Közepes	Nagy
Biztonság	Korlátozott	Közepes	Magas	Nagy
Fő előny	Alacsony címkéköltség, nem kell áramforrás a címkébe	Olcsó olvasó	Mainstream technológia, elterjedt, jól hozzáférhető	Mainstream technológia, elterjedt, jól hozzáférhető
Fő hátrány	Kis hatótávolság	Kell áramforrás a címkékbe (1- 3 év)	Áramigény (1-2 hét)	Kis pontosság, nagy fogyasztás (1-2 nap)

Egy hazai megoldás: a MagiCom által fejlesztett Recosense rendszer:

- Azonosítás és valós idejű helymeghatározás
- IRID-RTLS technológia

Recosense rendszer elemek:

- Transzponderek (tag-ek)
- DFMU-k (digital field mapping unit)
- Adatfeldolgozó
(X,Y,Z, azonosító/ID és időbélyeg/timestamp)
- Magasabb szintű szoftverekx

2.2.3. A virtuális és kiterjesztett valóság karbantartási alkalmazási

A logisztika területén már alkalmazzák a virtuális és kiterjesztett valóságot, elsősorban az áruk kiszedése és csomagolása során. Ez természetesen a karbantartási anyagok esetén is lehetséges. Ilyen módon a raktárban tárolt anyagok gyorsabban, a tévedés kisebb kockázatával juttathatók el a javítás helyszínére.

A javítandó gépek dokumentációi is kiegészíthetők a virtuális és kiterjesztett valósággal: a gépek ki- és bekapcsolási, kötési folyamata, belenézni a gépbe, a normál állapot és az attól való lehetséges eltérések megmutatása, (MI alapú) diagnosztika a képfeldolgozás segítségével.

A dominánsan fizikai és virtuális tér határvonalán olyan megoldások vannak, amelyek a kettőt nagyjából egyenlő mértékben kombinálják. Ilyen az IoT, ami a hálózatos működést és az adatmegosztást teszi lehetővé, és ilyen a kiterjesztett, illetve virtuális valóság, ami például jól használható a javítás és karbantartás során. Karbantartók tipikusan előre csak részben definiált rendszerben dolgoznak. Az előkészített anyagok

3. Következtetések

Az Ipar 4.0 egyaránt tartalmaz lehetőségeket és kihívásokat a karbantartók számára. A kihívások részben az eszközök számosságából és jellegéből, részben pedig a folyamatokkal kapcsolatos elvárásokból származnak. A lehetőségeket az érzékelők, a követési megoldások, hálózatok és a mobil eszközök alkalmazása jelenti. Hazánkban nemcsak az alkalmazásra, hanem nemzetközileg elismert fejlesztésekre is van lehetőség.

A megjelenést támogatta az Innovációs és Technológiai Minisztérium a Tématerületi Kiválósági Program keretében az NKFIH-843-10/2019 sz. támogatói okirat alapján.

4. Források

Abonyi, J. & Mislivetz, F., 2016. Hálózatok metszéspontjain - A negyedik ipari forradalom társadalmi kihívásai. Kőszeg–Szombathely: Savaria University Press.

Clarinox Technologies Pty, L., 2009. *Real Time Location Systems*. [Online] Available at: https://www.clarinox.com/docs/whitepapers/RealTime_main.pdf [Hozzáférés dátuma: 26 02 2020].

Hermann, M., Pentek, T. & Otto, B., 2015. *Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios - A Literature Review*. [Online] Available at: http://www.thiagobranquinho.com/wp-content/uploads/2016/11/Design-Principles-for-Industrie-4_0-Scenarios.pdf [Hozzáférés dátuma: 18 01 2018].

Hermann, M., Pentek, T. & Otto, B., 2016. *Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios*. [Online] Available at: <http://ieeexplore.ieee.org/document/7427673/?reload=true&arnumber=7427673&newsearch=true&queryText=industrie%204.0%20design%20principles> [Hozzáférés dátuma: 18 01 2018].

Kovács, Z., 2017. *Termelő és szolgáltató folyamatok fejlesztésének irányai*. 1. kiadás szerk. Budapest: Akadémiai Kiadó.

Kovács, Z., 2019. *Operációs Menedzsment 2.*. Veszprém: Pannon Egyetemi Kiadó.

Nick, G., Váncza, J. & Várgedő, T., 2017. *Az Ipar 4.0 Nemzeti Technológiai Platform - Kérdőív Projekt*. [Online] Available at: https://www.i40platform.hu/sites/default/files/2018-03/Flyer_v6.0.pdf [Hozzáférés dátuma: 05 12 2019].

Relatív nagy sebességgel mozgó tárgyak FPGA áramkörrel támogatott valós idejű helymeghatározása a karbantartásban

Kovács Viktor, tanársegéd, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Automatizálási és Alkalmazott Informatikai Tanszék

Petró Máté Mihály, Beágyazott szoftver- és hardverfejlesztő, MagiCom Kft.

A valós idejű helymeghatározó rendszerek (real-time location system - RTLS) segítségével automatikusan azonosíthatóak és nyomon követhetőek a tárgyak vagy személyek egy épületben vagy más beltéri területen. A szabadpályás eszközök követése számos ipari területen fontos elvárás. A valós idejű helymeghatározási technológia széles körűen alkalmazható az egészségügyben, a szállítmányozásban, a logisztikában, az ipari gyártásban, a feldolgozóiparban. Az RTLS rendszerek alkalmazása folyamatosan növekszik.

RTLS alkalmazásának általános előnyei:

- termelés hatékonyság fokozása,
- emberi erőforrás hatékonyság fokozása,
- kevesebb hulladék és veszteség,
- javított készletgazdálkodás,
- JIT készletáramlás optimalizálása,
- a gyártási folyamatok optimalizálása,
- eszközhasználat optimalizálása,
- 2D és 3D nyomon követés.

A hardver és szoftver fejlesztések az egyedi igényektől függően testre szabhatóak. Egy adott alkalmazástól függően kialakított RTLS rendszer, magasabb szinten képes kiszolgálni a termelési környezetet. Ld.: www.recosense.com.

IRID-RTLS alapú hardver és szoftver fejlesztési folyamatainkban számos különleges, a helyzet adta igénnyel találkozunk. Ezek közül különösen kiemelkedett a relatív nagy sebességgel mozgó tárgyak (pl.: beltéri drónok, egyes robotok) követése valós időben. Itt a korábban alkalmazott hagyományos módszer, ahol a kamera képeket hagyományos architektúrájú számítógép dolgozza fel, egy határon túl számos akadályba ütközik, mint a számítási teljesítmény végeessége, a hűtés problémája vagy a jelátvitel sáv szélességi gondja. A megoldást egyfajta paradigma váltás hozta meg, ahol a képi jeleket FPGA-val (jó közelítéssel analóg számítógép) oldottuk meg. A cikk ennek a hátterét mutatja be.

1. Az RTLS Technológia

A valós idejű helymeghatározó rendszerek (RTLS) objektumok vagy emberek valós időben történő automatikus azonosítására és nyomon követésére használhatók, általában egy

épületben vagy más zár területen. A vezeték nélküli RTLS-címkéket (RTLS-TAG) az objektumokhoz rögzítik vagy az emberek viselik. A rögzített referenciapontok jeleket fogadnak a címkéktől, melyek alapján meghatározzák azok helyzetét. A címkék és a rögzített referenciapontok közötti kommunikáció általában rádió frekvenciás, azonban léteznek optikai (általában infravörös) és akusztikus (ultrahangok) rendszerek.

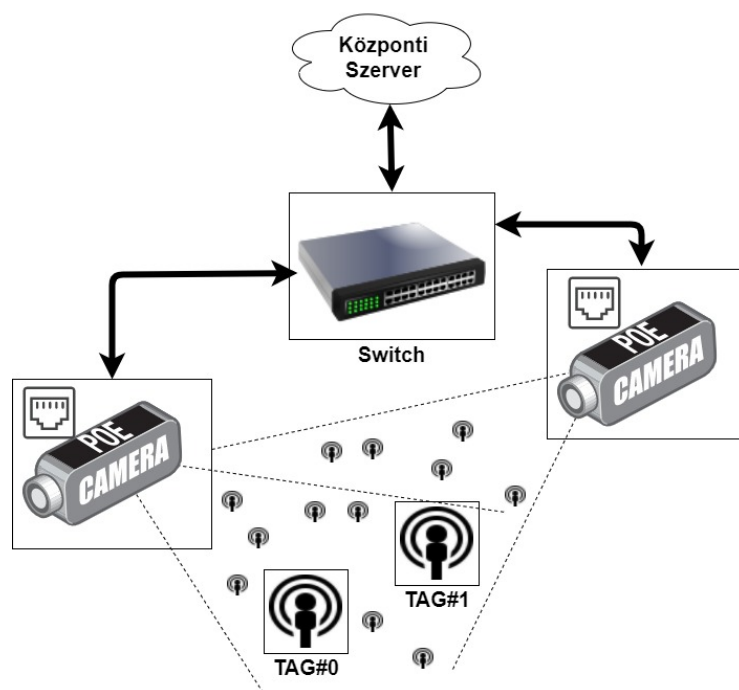
Előfordulnak olyan alkalmazási környezetek, ahol nem elfogadható a rendszer által használt rádió frekvencia által okozott frekvencia szennyezés, vagy akár a környezetben már használt technológiák ellehetetlenítik azt. Az optikai rendszerek erre nyújtanak megoldást, nemcsak nem hoznak létre semmilyen RF sugárzást, de pontosságuk és válaszidejük is jelentősen jobb.

2. Optikai RTLS rendszerek

Az optikai RTLS rendszerek infravörös jelátvitelt alkalmaznak. A címkék egyszerű infravörös LED-ek, melyen egy speciális (alkalmazásfüggő) kódolású azonosítót (ID-t) villognak le állandó időközönként. A rögzített referenciapontok pedig kamerák, melyek az alkotott képekből kiszűrrik a címkék információt és a képeken elfoglalt helyük alapján kiszámolják a címke 3D-s pozícióját.

Ezen technológiának rengeteg előnye van, csak hogy néhányat említsünk:

- Nagy objektumsűrűség érhető el, a címkék nagyon közel helyezhetőek egymáshoz. Más RTLS technológiák esetén interferencia fordulhat elő, ami megakadályozza, hogy 2 közeli objektum helyzetét meghatározzuk.
- Azon környezetekben, ahol nem használható RF, ott az optikai RTLS tökéletes választás, mert csak egy alacsony energiájú infravörös fényt bocsájt ki, aminek nincs hatása az RF érzékeny eszközökre. Továbbá maga a rendszer sem érzékeny a más eszközök által sugárzott RF hullámokra.
- A használt azonosítóknak bármilyen hosszúak (akárhány bit-esek) lehetnek, aminek köszönhetően lényegében tetszőleges számú objektum követhető nyomon.
- Egyszerűen skálázható, a rendszerhez egy új kamera nagyon egyszerűen hozzáadható, nincsen hardveres hierarchia, a kamerák teljesen függetlenek egymástól.
- A címkék egyszerű felépítésű, alacsony árú eszközök. Mivel csak alacsony energiájú jeleket bocsájtanak ki, ezért kiemelkedően hosszú élettartammal rendelkeznek, ritkán kell bennük elemet cserélni, vagy tölteni őket. Továbbá a rajta lévő szenzorok segítségével, ha adott ideig nem mozognak akkor alvó állapotba kerülnek, amiben jóval ritkábban sugároznak, de minimális mozgás esetén visszaváltanak normál üzemmódba.
- Az infravörös fény egyenesen terjed, a pontosan kiszámított helyzet mindig ugyanaz. A többi technológiában minden van némi bizonytalanság, míg az optikai rendszerek mindig ugyanazokat a pozíció adatokat szolgáltatják.



1. ábra: Optikai RTLS felépítése

A kameráknak közvetlen rálátással kell rendelkeznie a címkék felett, így például bedobozolt címkék követésére sajnos alkalmatlan a technológia. Általában a kamerák a plafonra vannak rögzítve, míg a címkék a követni kívánt objektumok tetejére. A kamerák elhelyezése kritikus fontosságú feladat, minden kamerának van egy látómezője, amin belül képes felismerni a címkéket. A kamerák látómezőinek le kell fedniük a teljes környezetet, ami egy nagyobb gyártócsarnokban nem kevés kamerát jelent, ezért a lehető legoptimálisabban kell őket elhelyezni, nem szabad pazarolni. A kamerák Ethernet hálózaton küldik el a központi szervernek a pozíció adatokat, amiket ezután a szerver használ fel.

A technológia egyik nagy hátránya a bonyolultsága. Szemben az egyszerűbb RF megoldásokkal, hatalmas számolási kapacitást igényel a valós idejű kamerakép-feldolgozásnak köszönhetően. A helymeghatározás pontossága a kamerakép felbontásával, míg válaszája a kamera képkockasebességének (FPS) növelésével jelentős mértékben növelhető. Ezen hatalmas számolási kapacitást létrehozni kis eszközmérettel, alacsony fogyasztással és ipari megbízhatósággal nem egyszerű feladat.

Képzeljünk el fullHD@90FPS (Frames Per Second) videót, ebben minden képkockában 1920x1080 darab képpont található és másodpercenként 90 képkockát tartalmaz. Ha valós időben dolgozzuk fel a képet, akkor másodpercenként 186 Millió képpont feldolgozása szükséges. Ha még azt is hozzá vesszük, hogy minden pixelt három színkomponens alkot, akkor 558 Millió színkomponens kiértékelése a feladat. Ha veszünk egy klasszikus számítógépes processzort, ami hozzávetőlegesen 5.58 GHz-en működik (ez az érték a modern processzorok világában is elég magasnak számít), akkor az azt jelentené, hogy minden színkomponens feldolgozására 10 gép ciklusnyi idő áll rendelkezésre. Ha 10 ciklus jut egy színkomponensre, akkor a képfeldolgozó algoritmus csak nagyon egyszerű lehet. Jól látszik, hogy a magas processzor órajel ellenére, a képfeldolgozás ilyen sebesség mellett klasszikus processzoron komoly kihívást jelent. A feldolgozás dedikált hardveres gyorsításával levehetjük a processzorról a terhelés jelentős hányadát. Természetesen a modern processzorok több maggal rendelkeznek és vektorizált utasításokat is támogatnak, amivel jelentősen javítható a fent ábrázolt helyzet.

3. Első generációs DFMU-k

A fent említett kamerákat DFMU-knak (Digital Field Measurement Unit) nevezzük, mivel ezek nem csak egyszerű kamerák. Ők végzik a kamerák által készített képek feldolgozását, az adatok csomagolását és a szerver felé való továbbítását is. A feldolgozott adatokat Ethernet hálózaton továbbítja a szerver felé, titkosított csomagok segítségével, ami nagyfokú biztonságot jelent.

Az első generációs DFMU-k Raspberry PI alapúak voltak. Ez egy egylapkás számítógép, un. SBC (Single Board Computer), amely nagy számolási kapacitást sűrít bele egy bankkártya méretű eszközbe. Nagy előnye, hogy rengeteg szoftver érhető el hozzá, melyek nagymértékben tudják gyorsítani a fejlesztést. A Raspberry PI általunk használt verziója az RPI B3+ volt, ami annak idején az elérhető legerősebb volt. Ebben egy 4 magos ARM-v8 64 bites processzor található, 1 GB memóriával és SD kártyás háttértárral. Kapható hozzá gyári kamera modul, amivel a kamera által alkotott, nyers képfolyam szoftveresen feldolgozható. Használatának másik nagy előnye, hogy nem szükséges saját hardver fejlesztése, ami rengeteg költséggel jár.



2. ábra: A Raspberry PI, bankkártya méretű számítógép

Az első tesztek biztatóak voltak, azonban hamar elértünk a Raspberry PI korlátaihoz. Nagyjából másodpercenként 60 képkockát tudott feldolgozni (60 FPS), ennyire volt elegendő a benne megtalálható 4 magos processzor, arról nem is beszélve, hogy a közel 100%-os processzorhasználat mellett a fogyasztása és egyben melegedése is zavaró mértékeket öltött. Az elért 60fps már amúgy elfogadható lenne, azonban ennél jóval súlyosabb problémák is voltak az eszközzel kapcsolatban.

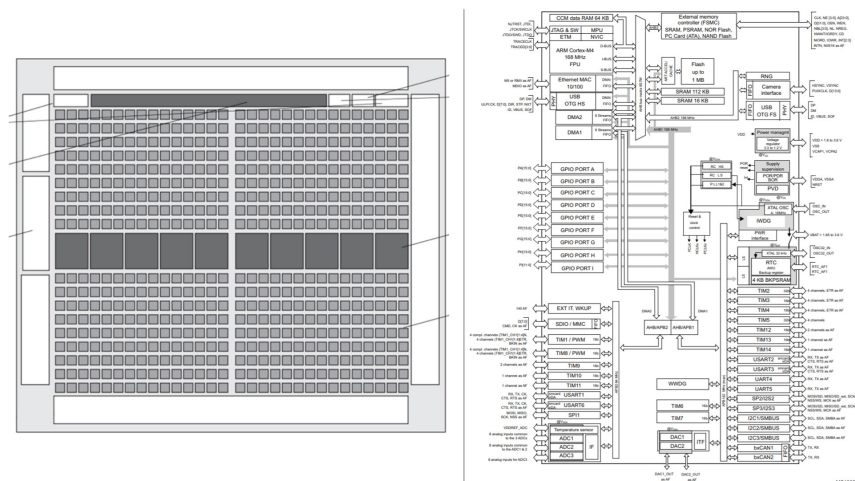
Maga a Raspberry PI egy nagyon összetett eszköz, amin Linux operációs rendszer fut. Ez egy többmillió sorból álló programkód, ami szinte bárhol és bármikor lefagyhat, vagy akár jöhet egy frissítés, ami megakasztja az egész rendszert, elmondható, hogy semmilyen garancia nincs a szoftver stabilitására. A teljes szoftver egy memóriakártyán található, aminek az élettartamára és írási ciklusainak számára szintén nincs semmi garancia. Továbbá a memóriakártyát bárki kiveheti, elronthatja a rajta lévő szoftvert, vagy akár direkt káros részeket is tehet bele. Érezhető, hogy ipari környezetben nem a legszerencsésebb egy ilyen eszköz használata. Ezen problémák sarkalltak minket arra, hogy saját, dedikált hardvert fejlesszünk.

4. Második generációs DFMU-k, dedikált hardver

A valós idejű képfeldolgozás a legerőforrásigényesebb feladatok közé tartozik. Nagy felbontás, illetve képkocka sebesség eléréséhez a hardveres gyorsítás elengedhetetlen, amit gyakran videokártyák használatával érnek el. A videokártyás megoldás azonban sok beágyazott rendszer esetében nem megvalósítható, mivel ezek ára elképesztően magas és kistételben szinte beszerezhetetlen.

A modern FPGA-k (Field-Programmable Gate Array) nagykomplexitású rendszerek implementálását teszik lehetővé elérhető áron. Az FPGA-kban tetszőleges hardverrendszer alakítható ki, aminek köszönhetően gyakori választás a képfeldolgozási feladatokra. A legtöbb modern, nagysebességű kamera interfész pixelfolyamként értelmezhető, aminek valós idejű feldolgozása az FPGA-kban kialakítható magasszintű párhuzamosítás segítségével költséghatékonyan megvalósítható.

Az FPGA speciális integrált áramkör. A belsejében egyszerű felépítésű programozható logikák és az őket összekötő konfigurálható hálózat található, szemben a klasszikus processzorok teljesen kötött, fix belső felépítésével. Ebből az általános belső felépítésből adódik a nagy előnye, a működése konfigurálható, tetszőleges funkció valósítható meg vele. Amíg egy processzoron vagy grafikus processzoron egy fix hardveren előre megírt utasítások hajtódnak végre egymás után, addig az FPGA-ban a mi kezünkben van a hardver kiépítése. Azt azért érdemes megjegyezni, hogy az FPGA-ban elérhető maximális órajel jóval alulmarad a processzorok órajeleihez képest, de az FPGA számítási kapacitása és feldolgozó képessége nem is ebből adódik. Az FPGA-ban tetszőleges hardver elrendezés kiépíthető, a hatalmas számolási sebesség abból adódik, hogy a belső működése teljesen párhuzamos. Ha fel tudjuk bontani a képfeldolgozási algoritmust feladatok sorozatára, akkor párhuzamosan és átlapoltan, a sorban minden részfeladat egy külön képkockán hajtódhat végre egymástól független, egyidőben (ezt a struktúrát pipeline feldolgozásnak hívjuk).

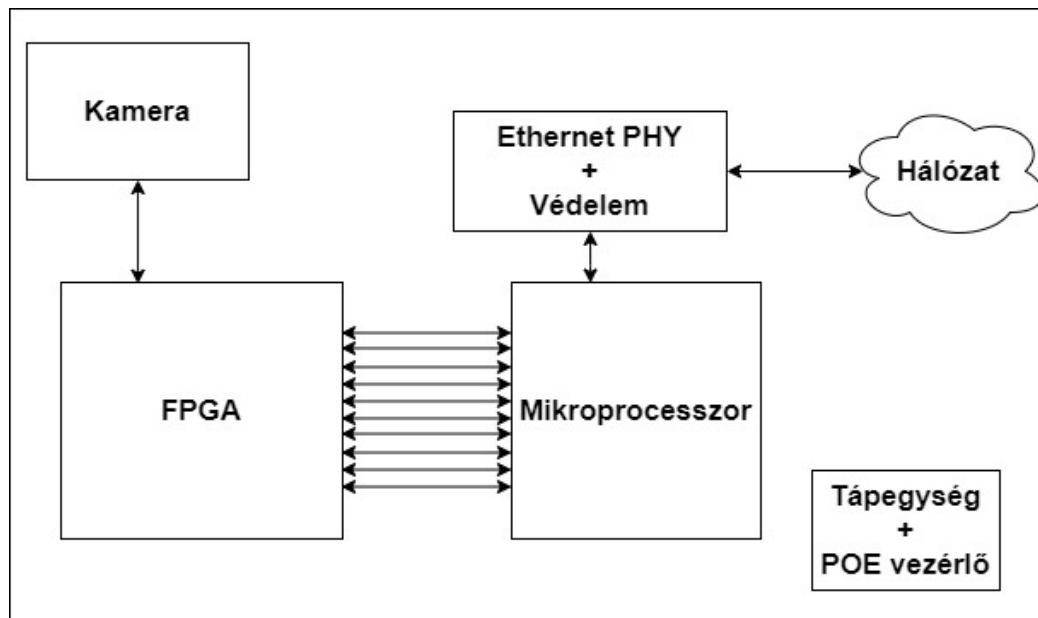


3. ábra: FPGA (balra) és processzor (jobbra) belső felépítése

Az FPGA-k nagyon jók a párhuzamos feldolgozásban, azonban vannak olyan feladatok, amik soros végrehajtást igényelnek, ilyen például az Ethernet hálózat kezelése. Ezért az FPGA mellett még helyet kapott egy klasszikus processzor, ami a feldolgozott adatok csomagolását, titkosítását és továbbítását végzi.

4.1. Második generációs DFMU hardver

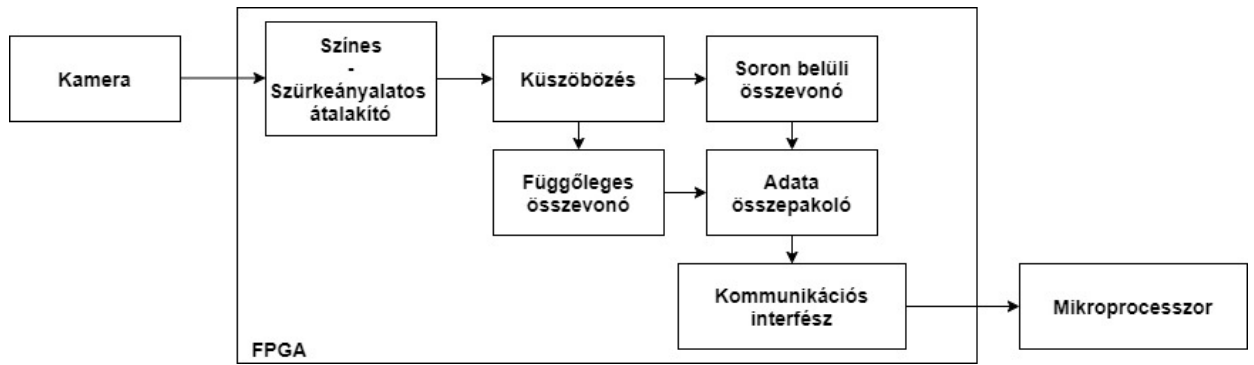
Az elkészült dedikált hardver egy 2 rétegű nyomtatott áramkörtől áll. A rendszertervét a következő ábra tartalmazza:



4. ábra: DFMU hardver felépítése

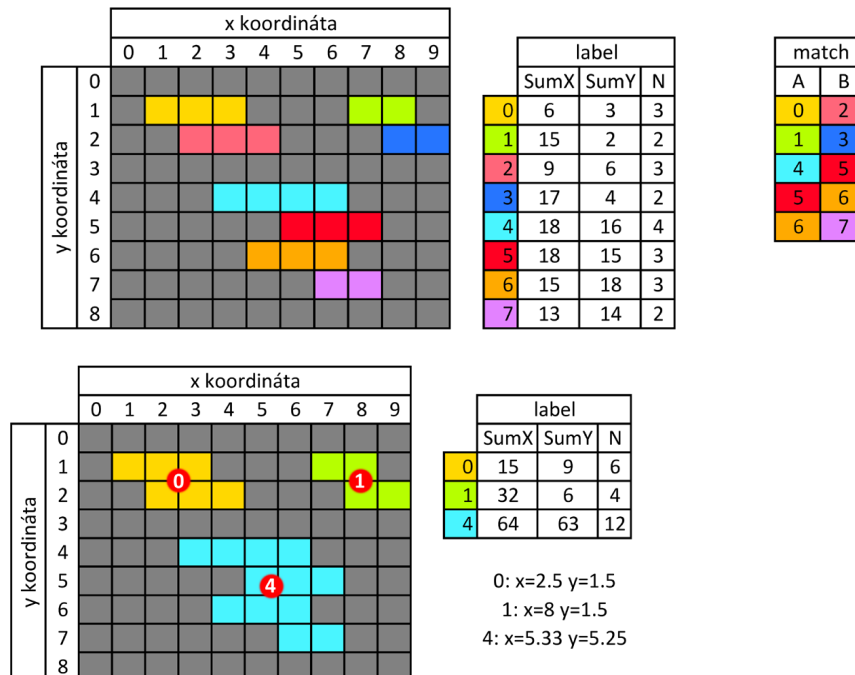
Az FPGA végzi el a kamera adatainak fogadását. Ez egy MIPI-nek nevezett speciális interfészen keresztül történik, ami nagysebességű pixelfolyamként értelmezhető. Négy párhuzamos adatesetornából és egy órajel csatornából álló differenciális jelátvitelt használ. A nagy sebességnek (240MHz) köszönhetően itt nagy figyelmet kell szentelni a csatornák huzalozási hosszának egyeztetésére. A szabvány azt írja elő, hogy az 5 csatornán megengedett maximális huzalhosszbeli eltérés nem lehet nagyobb, mint 1.5mm és egy csatornának a két differenciális jelének hosszeltérése nem lehet nagyobb, mint 0.15mm. Az FPGA képes másodpercenként 90 teljes képet fogadni 1640x1232-es felbontáson, ami másodpercenként 180Mbyte adat feldolgozását jelenti.

A címke pozíció kiszámolásához a LED-ek villanásának a kamera képen lévő koordinátáit kell megtalálnunk. Az FPGA-ban egy képfeldolgozó algoritmust megvalósító hardverrendszer lett kialakítva, aminek a neve Connected Component Labeling (összefüggő alakzatok címkézése), mely a címkékben lévő LED-ek villanásait keresi meg a képeken. Az algoritmus először szürkeárnyalatossá alakítja a beérkező színes képet, majd küszöbözi azt, ami azt jelenti, hogy azokat a pixeleket eldobja, amik egy előre meghatározott (alkalmazásfüggő) intenzitásértéknél alacsonyabbak. Ennek köszönhetően a kép pixelenként már csak 1 bit információt tárol, arról, hogy az adott pixel magasabb volt-e, mint a küszöbérték (nem a háttér részét alkotta a küszöbözés után). Ezután következik az összefüggő adatok összevonása, ami először soronként történik meg, végigmegy a kép sorain és az egymás mellett lévő 1-es értékű pixeleket összevonja, és feljegyzi az alatta és felette lévő szintén összefüggő területeket, annak érdekében, hogy később azokat is összevonja. Így az algoritmus kimenete egyszerű 2D-s koordináták arról, hogy a képen hol találhatóak LED villanások.



5. ábra: FPGA-ban kialakított rendszer felépítése

Az algoritmus megértését a következő ábra segíti. A szürke pixelek az eldobott képpontok, amik intenzitása nem érte el a küszöbértéket. Az egy színnel jelölt tartományok azok, amiket az FPGA első körben összevon és eltárol. Összevonás esetén eltárolja a tartomány alkotó pixelek számát (N) és a pixelek koordinátáinak összegét (SumX, SumY), ezek elegendőek a tartomány pontos pozíciójának visszanyerésére. Ezután következik az egymás alatt lévő összefüggő tartományok összevonása, ami után a koordinátaösszegek pixelszámmal való leosztása után pontos 2D-s koordinátákat kapunk.



6. ábra: Connected Component Labeling algoritmus működése

Az FPGA elvégzi a képfeldolgozást és ennek eredményét továbbítja a mikrokontroller felé egy speciális, nagysebességű interfészen keresztül (Duál QuadSPI). Az interfészen haladó adatok csomagokban közlekednek, az adatok dupla ellenőrzőösszeggel vannak ellátva, annak érdekében, hogy ha bármi okból az átvitel megsérülne (külső behatás, kamera hiba stb.), akkor a rendszer érzékelje a hibás adatokat.

A mikroprocesszor a fogadott, feldolgozott képadatokat csomagolja (itt nagyfokú rugalmasságra van lehetőség a szerver felé küldött adatok formátumára), majd titkosítja azokat. Egy modern titkosítási algoritmust használ, a Chacha20-at (AES256-al egyenértékű biztonságot nyújt). Ez egy speciálisan beágyazott processzorokra optimalizált algoritmus, ami a hatalmas biztonsága ellenére minimális processzorerőforrást igényel. A titkosítás biztosítja, hogy a hálózaton csak a jogosultak legyenek képesek felhasználni a detektált címkék adatait.

A mikroprocesszor legfontosabb feladata a hálózat kezelése. Több hálózati interfésszel (UDP és TCP kapcsolattal) is rendelkezik. Az egyik alapvető kapcsolata a BroadcastTransmitter, ami minden konfigurációtól függetlenül, fix időközönként sugároz minden az alhálózaton lévő eszköznek UDP-n keresztül. Erre azért volt szükség, hogy az újonnan csatlakoztatott DFMU-kat a központi szerver automatikusan tudja észlelni és bekonfigurálni, minél kevesebb emberi interakcióval. A következő adatokat tartalmazza:

- Broadcast üzenet verziószáma
- DFMU azonosító. Gyártás során beleprogramozott, nem módosítható 128 bites azonosító.
- DFMU IP címe

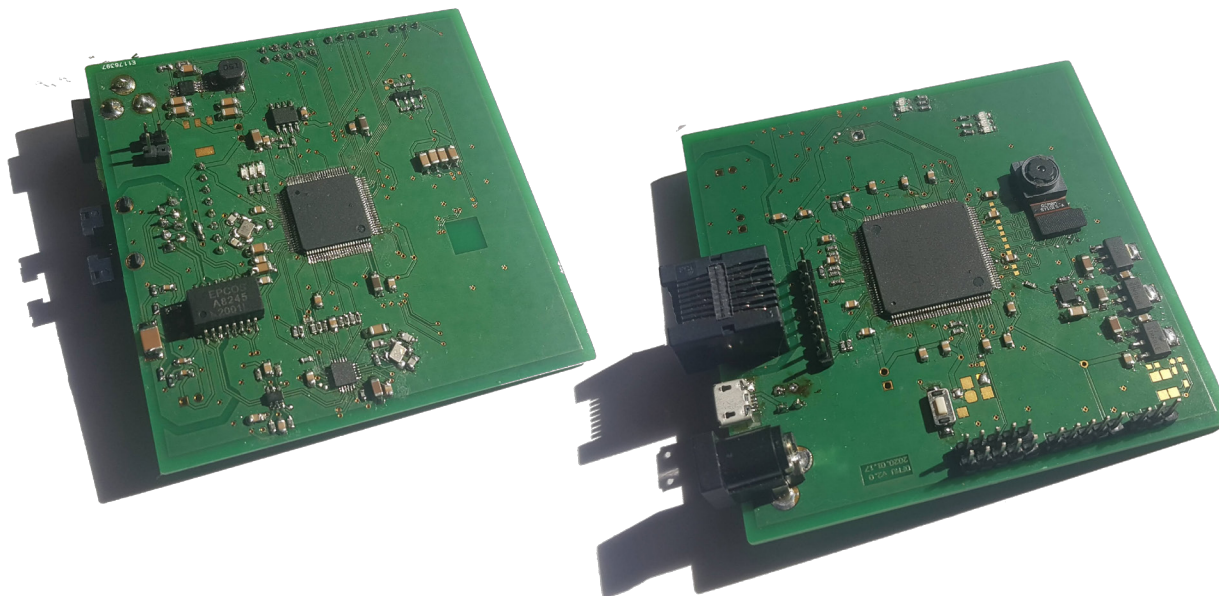
A hardver UDP kapcsolaton konfigurálható. A konfiguráció biztonságáról és stabilitásáról itt is ellenőrzőösszegek és Chacha20-as titkosítás gondoskodik. A következő paraméterek módosíthatóak:

- DFMU-n lévő kamera paraméterei (felbontás, képkockasebesség, pixelek analóg erősítése, záridő stb.)
- Központi szerver felé menő adatok titkosításának titkos kulcsa
- Központi szerverek címe. Összesen 5 központi szervert képes kezelni az eszköz, ezekre egymástól teljesen függetlenül juttatja el az adatokat.
- Eszköz saját IP címe (statikus eset)
- DHCP engedélyezése az automatikus IP cím kommunikáció elvégzésére indulásnál (dinamikus eset)
- Kamera azonosító. Egy 32 bites tetszőlegesen módosítható kamera azonosító rendelhető minden DFMU-hoz.

Sikeres konfiguráció után a DFMU újraindul, ami után már az új beállítások érvényre jutottak. A konfiguráció egy a hardveren elhelyezett EEPROM memóriában tárolódik, ami kétmillió írási ciklust bír, ami kellően hosszú élettartamot biztosít.

A harmadik és egyben legfontosabb hálózati kapcsolat egy TCP csatorna, amin keresztül a feldolgozott képadatok közlekednek. Ezen közlekedik a már említett csomagolt, titkosított adat. Ha egy képadat megérkezett a QuadSPI interfészen keresztül, akkor ezen kommunikáció prioritása a legnagyobb, a legfontosabb az, hogy a képadatok minél előbb megérkezzenek a központi szerverhez. A csomagolás során a nyers feldolgozott adatokhoz még képkocka sorszám, nagyfelbontású készítési időpont is hozzáadódik az adatokhoz.

A használt mikroprocesszor egy Cortex-M4-es maggal rendelkező STM32-es mikrovezérlő, mely tökéletes optimuma a számolási kapacitásnak és a fogyasztásnak. A hardver fel lett készítve (a hagyományos sorkapcsos és DC tápcsatlakozós táplálás mellett) a POE (Power Over Ethernet) táplálásra is. Ennek köszönhetően elegendő egy kábel használata megfelelő POE-s switch használata mellett, egy UTP kábelen kapja meg a táplálást és a hálózati kommunikációt is.



7. ábra: DFMU dobozolatlan állapotban

A DFMU teljes fogyasztása alacsonyabb, mint az eredeti Raspberry PI-s megoldásnak és magasabb felbontást és képkockasebességet is elbír. Az előállítása ára is alacsonyabb, továbbá biztonságosabb és stabilabb, tömeggyártásra alkalmas.

5. RTLS technológiák néhány gyakorlati alkalmazása

Az RTLS az ipar rengeteg területén nyújt segítséget a gyártás optimalizálásában, a hibák feltárásában, jelzésében. Most néhány példán keresztül ismertetésre kerül, hogy a karbantartásban hogyan nyújthat segítséget.

Ha az egyik munkaeszköz tönkremegy akkor elég szükséges a karbantartás, szervizelés elindítása. Az alkalmazottnak írnia kell egy ticket-et, hogy tönkrement az eszköz, azt a karbantartóknak el kell fogadnia, adni egy időpontot amikor leviheti a karbantartásra, majd, ha elkészült a javítás, akkor ugyanez lejátszódik az ellenkező irányban. Azonban ez a folyamat nagymértékben optimalizálható RTLS technológia segítségével. Ha a munkahelyen van egy elkülönített hely, ahova le lehet tenni a karbantartást igénylő eszközöket, akkor elegendő, ha ellátjuk az eszközt egy TAG-el, majd otthagyjuk. A rendszer érzékeli, hogy új eszköz igényel karbantartást, szól a karbantartóknak. A karbantartás után a karbantartók elhelyezik egy másik kijelölt helyre, ami a kész, működő eszközöket gyűjti. Ekkor a rendszer újfent észreveszi az eszközt és szól a tulajdonosának, hogy kész van, lehet érte menni.

Olyan alkalmazás is előfordulhat, hogy minden karbantartón található egy TAG. A rendszer mindig tudja, hogy melyik karbantartó éppen hol tartózkodik és ha beérkezik egy új karbantartási igény, akkor az ahhoz éppen hozzá legközelebb tartózkodó karbantartót értesíti. És nem csak a karbantartás helyéről képes értesítést adni, hanem annak fajtájáról, a karbantartandó eszköz típusáról, eddig karbantartásairól.

Ha a TAG-eket integráljuk a követni kívánt eszközbe, akkor akár maga az eszköz is végezhet a működése közben öndiagnosztikákat. Ha valami hiba lép fel a működésben akkor azonnal jelezhet a rendszernek, hogy karbantartást igényel. Adott működési idő, vagy ciklusszám után aktiválódhat a tag, így a központban azonnal megjelenik a karbantartási igény pontos pozícióval együtt. A rendszer folyamatosan figyelheti AGV-k mozgását és akár adott megtett távolság után, vagy rendellenes működés esetén azonnal jelezhet a karbantartóknak.

Az Ipar 4.0 digitális iker koncepciójához kiválóan használható az RTLS megoldás, alkalmazásával a valós pozíció is lekövethetővé válik. A megoldás biztonság szempontjából is előnyös, ellenőrizhetővé válik, hogy eszközök valóban a helyükön vannak-e. Ha esetleg futószalagok mozgását szeretnénk felügyelni, akkor a szállított objektumokra, tálcákra is helyezhetünk TAG-eket. Ezzel a rendszer valós időben képes nyomkövetni az objektumok és ezzel a szállítószalag mozgását. Tudja kezelni az esetleges feltorlódásokat, vagy a lehető leghamarabb észlelheti a futószalag mozgásában fellépő hibákat (leállítás, szalag megcsúszás stb).

6. Összefoglalás

Napjainkban az RTLS technológiák rohamos terjedésének lehetünk szemtanúi, egyre nagyobb szerepet kapnak az iparban. Alkalmazásuk a gyárak és raktárak működését nagymértékben tudja segíteni és optimalizálni. Az általunk kifejlesztett kameraegység (DFMU) nagymértékű rugalmasságot biztosít mind a felhasználásban, mind rendszerintegrációban.

7. Hivatkozások

Demeter Krisztina, Jenei István, Losonci Dávid, 2011. *„A Lean menedzsment és a versenyképesség kapcsolata”*

Ajay Malik, 2009. *„RTLS FOR DUMMIES”*

Zebra Technologies, 2012.05. *„Understanding RTLS – What it is, How it’s Used & What You Need to Know before Deploying”*

STMicroelectronics, 2019.11. *STM32H750VB adatlap, DS12556 Rev 5*

Lattice Semiconductor GmbH, 2017.03. *„MachXO2™ Family Data Sheet” DS1035 Version 3.3*

A szervezeti kultúra diagnosztizálásának lehetősége karbantartó szervezetekben

Dr. Bognár Ferenc tudományos munkatárs, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, iASK kutató

Szentes Balázs mesteroktató, Pannon Egyetem

Strelicz Andrea PhD hallgató, Pannon Egyetem

1. Bevezetés

A szervezeti kultúra és a szervezet jellemzői közötti kapcsolatok feltárásával évtizedek óta foglalkozik a kutatói közösség. A szervezeti kultúra értelmezése az egyes szervezeti részlegek szintjén értelmezhető és ismert, ahogyan a karbantartás-menedzsment területén is megfigyelhetők vizsgálati eredmények. (Bognár, 2019) Jelen munka a karbantartó szakma képviselői számára nyújt vezérfonalat, hogy a saját szervezetükben létező domináns szervezeti kultúrát beazonosíthassák, ebből pedig következtetéseket tudjanak levonni annak megfelelőségével kapcsolatban, szükség esetén a kívánatos változtatási irányok kijelölésével. A munkánk perdöntő része a Versengő Értékek Keretrendszerének átfogó bemutatására szolgál, a szervezeti kultúra becslésére szolgáló módszertan részletezése mellett.

2. A versengő értékek keretrendszer (Competing Values Framework – CVF)

Cameron és Quinn szervezeti kultúra modellje a versengő értékek keretrendszerén (Competing Values Framework) alapul. A keretrendszer angol nevének kezdőbetűiből álló rövidítés alapján a versengő értékek keretrendszerét a nemzetközi szakirodalomban gyakran csak „CVF”-ként említik. A hazai szakirodalomban nincs elterjedt utalás a keretrendszer rövidítésére vonatkozóan, így a továbbiakban vagy „versengő értékek keretrendszer” vagy „CVF” megnevezés mellett említjük.

A CVF kidolgozása és fejlesztése hosszú évtizedek kutatói munkájának eredménye. A CVF legelső változatának kidolgozása Quinn és Rohrbaugh nevéhez fűződik és az 1980-as évek elejére tehető. (Quinn-Rohrbaugh, 1981) Az a kérdés foglalkoztatta a két kutatót, hogy melyek azok a legfontosabb tényezők, amelyek mentén azonosítható, hogy egy szervezet hatékonyan működik-e. Ez a kérdésfeltevés akkoriban is számos társadalomtudóst lázban tartott és a kultúrakutatások egyik fő kutatási témája is volt.

A CVF egy másik kutatás továbbfejlesztéseként látott napvilágot, ami természetesen az értékéből semmit nem von le. A CVF megalkotásának alapjául egy a szervezeti hatékonyságot átfogóan jellemezni tudó, 39 indikátort magában foglaló módszer szolgál, ami Campbell és szerzőtársai nevéhez fűződik még az 1970-es évekből. (Campbell et al., 1974; Cameron-Quinn, 2006) Quinn és Rohrbaugh felfedezte, hogy Campbellék 39 indikátora számos esetben egymással összefüggésben vannak, (valamint a 39 indikátor túlságosan sok, ahhoz, hogy jól használható eredményeket lehessen belőlük előállítani) így a megfelelő módszertani eljárások mellett ezek csoportokba rendezhetőek. A munkájuk eredményeképpen előállt két dimenzió, melyek mentén a 39 tényezőt négy klaszterbe tudták csoportosítani. Ezen négy klaszter tekinthető a CVF által ma is használt négy szervezeti kultúra típus (Piac, Klán, Hierarchia, Adhokrácia) „őseinek”. A további évtizedek kutatásai az „ősöket” állandó evolúciós kényszerben tartva alakították, míg nem mai formájukat el nem nyerték. A létrejött két

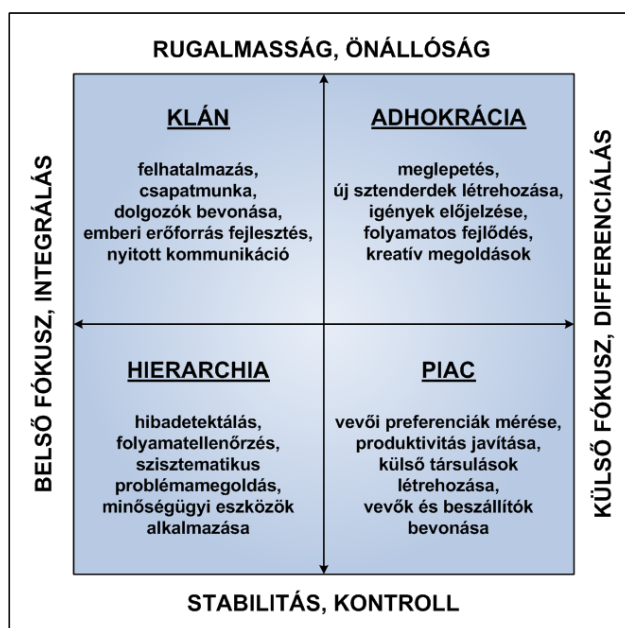
dimenzió a hatékonyságot testesítette meg. Az egyik dimenzió két végpontja közül az egyik a „rugalmasság, diszkréció, dinamizmus”, a másik végpontja a „stabilitás, rend, irányítás” volt. A másik dimenzió végpontjai voltak a „belső orientáció, integráció, egység” és a „külső orientáció, differenciálás, rivalizálás”.

A szerzők további kutatásaik során azt a megállapítást tették, hogy a szervezet hatékonyságának kritériumait három dimenzió jobban leírja, mint kettő és ekkor a versengő értékek keretrendszerét kiegészítették a szervezeti teljesítmény dimenzióval. (Quinn-Rohrbauch, 1983) A szerzők az eredeti két tengely mentén kialakult kultúra típusokat elnevezték „Emberi kapcsolatok”, „Nyitott rendszer”, „Belső folyamatok”, „Racionális célok” néven. Tanulmányukban a szerzők rámutattak, hogy az azonos tengelyoldalakon található szervezeti kultúra típusok között számos hasonlóság fedezhető fel, míg az átlók mentén találhatóak között szöges ellentétek húzódnak. A fejlesztés alapja az volt, hogy a szervezet kultúrájának és a hatékonyságnak a kapcsolatára rávilágítson az új modell. (Cameron-Freeman, 1991) Megállapították, hogy a CVF által magukban foglalt értékek gyakran szétfeszítik a szervezeteket, mert gyakran egyszerre kell nagyon ellentétes irányokba navigálnia a szervezeteknek. (Quinn-Spreitzer, 1991) Mindez visszavezethető azon megállapításokra, melyek szerint a szervezeti hatékonyság csakúgy, mint a vezetői hatékonyság egymással ellentmondó jellemzőkkel járnak együtt. (Cameron, 1986; Quinn-Cameron, 1988) Cameron a stabilitást igénylő szervezetet mechanikus, míg a rugalmasságot kedvelő szervezeteket organikus szervezeti kultúráknak nevezi. (Cameron, 1997)

További kutatómunkákat követően Cameron és Quinn átdolgozta a CVF szerkezetét, melynek eredményeképpen a teljesítmény dimenziót alkotó elemeket beépítették a másik kettő dimenzióba. Ekkor kapták meg a napjainkban is érvényes nevüket az egyes kultúrátípusok.

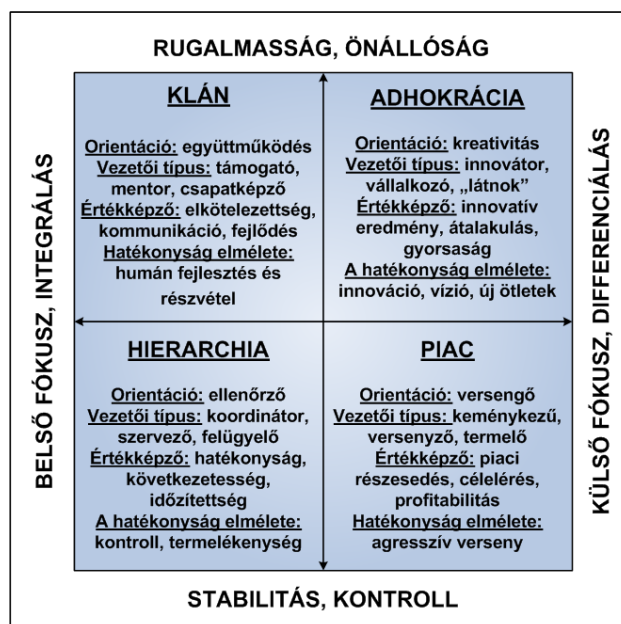
Cameron és Quinn a versengő értékek keretrendszerének kifejlesztése során olyan kulcskategóriák szempontjából nélkülözhetetlen értékeket is hozzárendelt az egyes kultúrátípusokhoz a szervezeti hatékonyságon kívül, mint a szervezet vezetése, a teljes körű minőségbiztosítás és emberi erőforrás menedzsment, majd példákön keresztül is szemlélteti az értékek megnyilvánulását. (Cameron-Quinn, 2006)

Az 1. ábra szemlélteti a TQM (Teljes Körű Minőségirányítás) értékeit a versengő értékek keretrendszerében kapcsolódva a tantárgy másik oktatási területéhez.



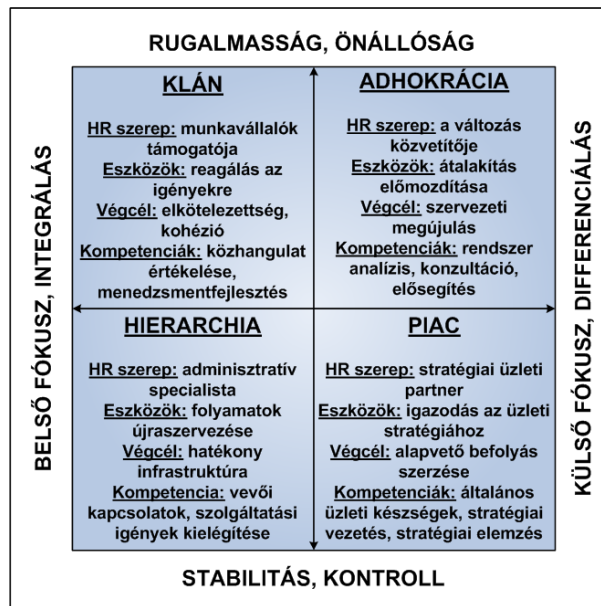
1. ábra: a TQM értékei a versengő értékek keretrendszerében (Cameron-Quinn, 2006)

A klán kultúra típus teljes körű minőségmenedzsmenttel kapcsolatban megfogalmazott értékei a dolgozók nagymértékű bevonására törekszik, a minőség javításának kulcsa az, ahogy csapamunkában végzik a szervezet tagjai a fejlesztéseket. A hierarchia kultúra esetén a szisztematikus problémafeltárás és megoldás, a minőségügyi eszközök használata mellett (például halszálka diagram, Pareto elemzés, stb.) a legfontosabb érték. A folyamatok állandó ellenőrzése mellett, rögzített szabályok betartásával folyamatos hibadetektálást végeznek a szervezet tagjai és ebben a munkában a szervezet tagjai az érdekeltek. A piac kultúrában a minőség értéke, hogy a szervezet működésének paraméterezéséhez állandó vevői preferenciamérés áll rendelkezésre. Ennek alapján javítható a szervezet produktivitása. A vevők és beszállítók, saját szervezetük minőségügyi folyamataiba szívesen vonják be a megrendelőiket és a beszállítóikat egyaránt, velük aktív kommunikációt folytatnak. Az adhokrácia kultúra típus értékei, hogy olyan megoldásokat dolgozzanak ki, amelyek még máshol nem léteznek, új szabványokat, eljárásokat fejlesszenek ki, a minőség az ő értelmezésük szerint a folyamatos fejlesztés által válik jobbá, mely folyamatos fejlesztést gyakran kreatív megoldásokkal érik el. (Cameron-Quinn, 2006) A 2. ábra mutatja be a CVF vezetéssel és hatékonysággal kapcsolatos értékeit.



2. ábra: a CVF vezetéssel és hatékonysággal kapcsolatos értékei (Cameron-Quinn, 2006)

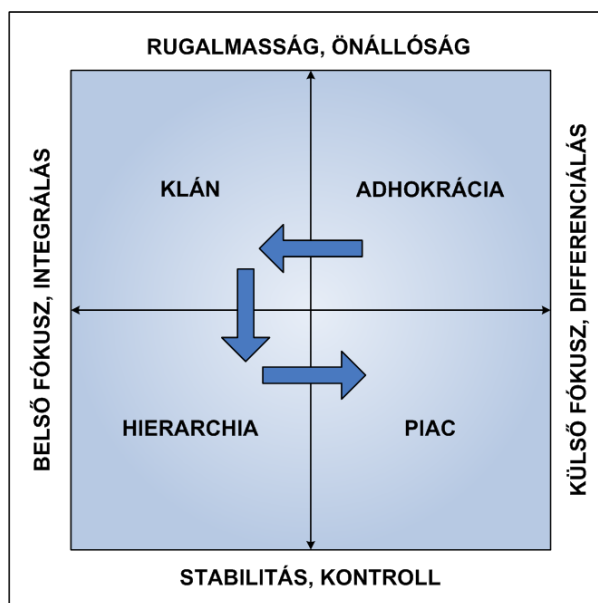
A klán kultúra típus vezetője tipikus mentor, a csapatépítés és a szervezet tagjainak bevonása képezi a hatékonyság alapját. Az elkötelezettség és a sűrű kommunikáció az értékképző a szervezetben. A hierarchia kultúra típus esetén a jól időzített, szervezett, precíz munkafolyamatok a jellemzőek, melyet a vezető, mint koordinátor következetesen ellenőrzése alatt tart. A piac kultúrában agresszív versenyző vezetés érzékelhető, ami erre ösztönzi a szervezet többi tagját is. Értékképző szerepe a szervezetben a minél nagyobb piaci részesedés megszerzésének, a kifizűtött célok elérésének és a jövedelmező termelésnek van. Az adhokrácia kultúra típus esetén a vezető igazi „látnok”, kiváló megérzésekkel és szakmai háttérrel. A hatékonyság ebben az esetben az innováción, új ötletek kidolgozásán és vízióalkotáson van. (Cameron-Quinn, 2006)



3. ábra: a CVF emberi erőforrással kapcsolatos értékei (Cameron-Quinn, 2006)

A 3. ábra mutatja be a CVF emberi erőforrás menedzsmenttel kapcsolatos értékeit. A klán kultúrában a HR szerepe a munkavállalók maximális támogatása, amelyen keresztül a munkavállalók elkötelezettsége és a szervezeti kohézió megteremtése a cél, míg a hierarchia kultúrában a humán erőforrás menedzsment a hatékony infrastruktúra megteremtésének feltételein dolgozik, a folyamatok újra- és átszervezésével. A piac kultúrában a stratégiai üzleti partnerség kialakítása a legfontosabb HR szerep, melynek a végcélja, hogy alapvető befolyást tudjon szerezni a szervezet a releváns területeken. Az ehhez szükséges kulcskompetenciák a stratégiai szemléletmód köré csoportosíthatóak, a HR igazodik a kidolgozott üzleti stratégiához. Adhokrácia kultúra típus esetén az emberi erőforrás menedzsment a változás közvetítője, az átalakítások előremozdítója, ezt konzultációkkal és rendszerelméleti eszközökkel tudja a legjobban támogatni. (Cameron-Quinn, 2006)

Az életciklusuk elején álló szervezeti kultúrák Cameron és Quinn megfigyelései alapján kezdetben adhokrácia kultúrátípust követnek, mivel még számos érték nem ívódhatott be a szervezeti működésbe. Az idő előrehaladásával a szerzők szerint egyre inkább klán típusú jellemzők jelennek meg a szervezetek kultúrájában, ahogy az emberek egyre jobban megismerik egymást. Am, ahogy a szervezeti méretek növekedni kezdenek, úgy egyre inkább relevánsan felmerülnek az igények a formális eljárások és szabályozottság kialakítására, annak érdekében, hogy a szervezeti növekedés felelősségteljesen kontroll alatt tartható legyen. Így egyre markánsabban jelennek meg a hierarchia kultúra típus értékei, ennek következtében a szervezet elveszíti a barátságos, családi légkörét. Végül soron pedig a kellően nagy méret elérése esetén beindulnak a piacosodás felé mozdító mechanizmusok, hiszen a nagy szervezeti méretből fakadóan a szervezet életben tartásának érdekében a piac felé kell fordulni, ahonnan a szükséges erőforrásokat be tudja szerezni a szervezet. A szervezeti kultúra ezen modellszerű fejlődését szemlélteti a 4. ábra.



4. ábra: a szervezeti kultúra tipikus változási folyamata (Cameron-Quinn, 2006)

Az ábra modellszerű következtetéseket mutat be. A szervezetek életében nem törvényszerű, hogy a szervezeti kultúra életgörbéjén elfoglalt hely alapján, a szervezeti kultúra pontosan ezt az utat járja be, de gyakorta így történik. (Cameron-Quinn, 2006)

3. A versengő értékek keretrendszer szervezeti kultúra típusai

Jelen fejezetben egy rövid áttekintést adunk a versengő értékek keretrendszerében azonosított négy szervezeti kultúratípusról. A négy típus jellemzésével igyekszünk az idő folyamán változó stratégiai gondolkodás ismérveit is kidomborítani.

Az 1960-as évekig a szervezetek és a menedzsment életével foglalkozó szakirodalmak domináns többsége a weberi bürokrácia és a bürokratikus szervezeti formák idealisztikus mivoltáról írtak. Ennek természetesen az adott kor jellegzetességeit figyelembe véve racionális alapja volt, hiszen a szervezet környezete akkor – főleg a mai környezeti viszonyokkal történő összehasonlítás alapján – nyugodt, kiszámítható és racionálishoz közel álló gondolkodás mellett kiszámítható volt. Ennek hatására a szervezetekben a hierarchia szervezeti kultúra típusra emlékeztető értékek voltak a legmarkánsabban jellemzőek. A hierarchia típusú szervezeti kultúra egy racionális szabályokon nyugvó, kiszámítható, ugyanakkor merev, akár ridegnek is nevezhető kultúra, ahol a szervezetet a formális előírások, szabályok, szabványos munkafolyamatok tartják össze. A szervezetben a szabályok tisztelete elsődleges, hiszen ezen szabályok mentén alakul ki a szervezet összetartó ereje. A szervezeti kultúra dominánsan befelé forduló, a saját rendszerének működtetése kapja a prioritást a környezet tanulmányozásával szemben. Befelé fordulása mellett pedig stabilitást preferál, hiszen a szervezet felépítményében nem dőlhet ki egyetlen tartóoszlop sem, mert az lavinaszerűen magával viheti az egész szervezetet. Ez a szervezeti kultúra jól menedzselhető akkor, ha a környezeti feltételek stabilak. A környezet felől érkező sűrű és jelentős változások ezt a szervezeti kultúrát és szervezeti felépítményt roppant könnyedén szétrázzák, mert a kultúrába nem ivódtak be azok az értékek, amik a gyors reagálás, kreatív megújulás és innováció keresés felé mutatnának. Ez szintén egy természetes jelenség, hiszen az újdonság, mindig magával hozza a kiszámíthatatlanságot, a nehezen ellenőrizhetőséget és akár a korábbi működési logikák teljes

felülírását is. Nagyon jól jellemezhetőek ezzel a kultúra típussal a különböző állami intézmények, kormányhivatalok, de alapvetően a jellemzés nem a választások idejére jellemző. (Cameron-Quinn, 2006)

Az 1960-as évek végére új szelek kezdtek el fújni és a szervezeteknek el kellett kezdenie más típusú, a korábbiakhoz képest akár jelentősen eltérő értékeket is megfigyelniük és beépíteniük a saját szervezeti kultúrájukba. A piacok ugyanis beindultak, egyre másra jelentek meg az újabbnál-újabb termékek, szolgáltatások, a környezet egy kvázistacioner állapotból egyre nehezebben kiszámítható állapotba kezdett kerülni. A nagymértékű és heves környezet felől érkező alapjel változások rengették, feszítették a hierarchikus berendezkedésű szervezeteket, mígnem azok vagy elkezdtek reagálni, vagy összedőltek. Ez volt a piac típusú szervezeti megoldások elterjedésének időszaka. A piac megnevezés azt fejezi ki, hogy a szervezet, mint a jó kofa a piacon, folyamatosan figyeli a többi árúst, mit mennyiért árul, miből mennyit raktároz, milyen minőségű portékákat helyez ki az asztalra és közben minél több vevőt próbál magához csábítani, hogy az ő árúját vegyék meg. Ez a viselkedési forma magában hordozta a versenytársakkal történő esetleges szövetekezési mechanizmusokat is, de csakis kizárólag annak érdekében, hogy ezzel is mások előtt versenyelőnyökre tegyenek szert. A piac kultúra stabilitást, rendet és irányítást igényel hasonlóan a hierarchia kultúrához, de nagyon fontos különbség a kettő között, hogy a piac kultúra típus alapvetően kifelé fordul. Ezen kultúra típus akkor érzi magát stabilnak, ha saját magát a környezetben sikeresen tudja pozícionálni, elhelyezni és egy tervezett pályán tartani és a szervezeten belül zajló dolgok annyira nem fontosak a számára. Ebből persze az is fakad, hogy az ilyen típusú szervezeti kultúra tagjai alapvetően individualisták, egymással is versengenek és nyíltan vállalják a konfliktusokat egymással. Az idők során a piac kultúrába berögzült alapfeltevések, hogy a környezet alapvetően ellenséges velük szemben, az üzleti partnerekkel vigyázni kell, a versenytársakkal pláne vigyázni kell, a beszállítókat ellenőrizni kell, a vevőkre pedig nagyon nagy figyelmet kell fordítani, mert alapfeltevésük szerünk a vevő válogató, finnyás, emellett még érzékeny is. (Cameron-Quinn, 2006)

A klán típusú szervezeti kultúra típust a versengő értékek keretrendszerének megalkotói méltán fémjelezték Ouchi nevével. Ugyanis az idő múlásával a környezet ismét új hatásokat produkált, melynek kiinduló pontja Japánban volt. A japán vállalatok amerikai piacokon aratott sikertörténeteinek kutatása során azonosítást nyert, hogy a japán szervezetekbe egészen más értékek ívódtak be, melyekre a sikereik visszavezethetőek. Ezekben a szervezetekben az individuális magatartás egyáltalán nem jellemző, helyette egy erős kollektív „mi” tudat azonosítható, ami a klán típusú szervezeti kultúra alapvetően fontos értéke. Ebben a kultúrában a szervezeten belüli összetartás a hangsúlyos, ezen értelmezésében a szervezeti kultúra belső fókuszú. Azonban lényeges megkülönböztető ismérve ennek a kultúrának a hierarchia kultúrától, hogy itt nem a merev szabályozottság, hanem az önálló gondolkodás, szabad elképzelések csoportos integrációja figyelhető meg. A több szem többet lát logikát úgy emelik egy minőségileg más színvonalra, hogy a tapasztalataikat egymással megosztva, csapatban, csoportmunkában elvégzett módon teszik a dolgukat a szervezet tagjai. Alapfeltevésük, hogy a környezeti változásokra leghatékonyabban csoportmunkával és a csoport tagjainak folyamatos fejlesztésével tudnak reagálni a legjobban. A menedzsment legfontosabb feladata, hogy a szervezet tagjaiban megteremtse az együvé tartozás érzését, ezen keresztül pedig elültesse a tagokban a szervezettel szemben mutatott maximális mértékű lojalitást, elkötelezettség értékét. Ebben a struktúrában kevés a hierarchiai szintek száma, ebből könnyen megérthető az is, hogy a klán típusú szervezetekben gyakran rotálódnak a szervezetben résztvevők, ez támogatja a belső dolgozói létszám megtartását és a fluktuáció csökkentését, melyek az értékek hosszú távú stabilizálódását is magukkal hozzák. Ennek persze hátrányai is vannak, hiszen a környezetben alakuló változások kapcsán sok újdonság nem tud a szervezeti

kultúrába beépülni, mert vagy nincs lehetősége erre, vagy ha lenne is, a kultúra értékeinek magas szintű stabilitása miatt, nem tudnak új értékek gyökeret verni. (Cameron-Quinn, 2006)

Az adhokrácia szervezeti kultúra típus feltűnése a fejlett világban az ipari korszakból az információs korszakba történő áttérés során volt először azonosítható. Ebben az időszakban kezdett a szervezeteket körbeölelő környezet extrém mértékben turbulenssé válni. Ennek a változásnak számos, nagy hierarchikus felépítményű szervezet áldozatul esett, melyek aztán sok kisebb méretű szervezatként újra kezdhették fejlődésüket. Az információs társadalom kialakulásának egyik következménye volt az is, hogy sok olyan piacépes ötlet tudta megvetni a lábát, amelyek nem igényelték masszív technológiai infrastruktúrák kiépítését és fenntartását, így a technológia kötöttségének béklyójából kiszabadulva sokkal könnyebben megvalósíthatóvá vált az adhokrácia kultúratípus jellemző értékeinek beépítése a szervezetbe. Tanácsadó cégeknél, projektorientált szervezeteknél és a szolgáltatások terén működő szervezetek esetén az adhokrácia kultúra típus jól működtethető. Az adhokrácia kultúratípus az önálló munkavégzésre és gondolkodásra helyezi a hangsúlyt, mely tevékenységével a környezet felől érkező kívánalmaknak szeretne megfelelni. Ez a szervezeti kultúra típus nagyon gyorsan képes adaptálódni, ebből fakadóan rengeteg új természetű feladat elvégzésére alkalmas. A szervezet hatékony működtetését kreativitás, innováció és adaptáció mentén szervezi. A szervezet tagjai nyitottságuk és tudásuk révén, bármikor átszervezhetőek egy másik csoportba, egyszerre képesek több csoportban is munkát végezni, mindenki azokra a működési területekre koncentrál, amiben a legjobb. Ha egy csoport elvégzi a feladatát, akkor akár egyik pillanatról a másikra felbomlik, tagjai pedig más csoportokhoz csatlakoznak, vagyis a szervezeten belül nincs egy állandósult felépítés, az folyton változásokon esik át. A menedzsment számára nagyon fontos és kihívást jelentő feladat, hogy a szervezet azon tagjait, akik ezen kultúra éltetői és „motorjai”, megtartsa, hiszen ezen emberek a nyitottságukból fakadóan bárhol máshol képesek a tevékenységük elvégzésére, ahol szintén adhokrácia szervezeti kultúra típus az uralkodó. Az idő előrehaladásával és a szervezet méreteinek növekedésével ez a kultúra a stabilizálódás irányába szokott általában elmozdulni, ritkán képes hosszútávon ebben a formában fennmaradni. (Cameron-Quinn, 2006)

4. A versengő értékek keretrendszer becslési módszere

Quinn a CVF által megkülönböztetett szervezeti kultúra típusok azonosításához egy kérdőívet dolgozott ki, amelyben hat dimenzióba történő besorolás alapján kategorizálja a szervezeteket. (Quinn, 1988) Ennek a kérdőívnek az idő során több változata is napvilágot látott, míg a végső formáját elérte. (Cameron-Quinn, 2006) A CVF számos más, a kultúrával összefüggésben álló menedzsment terület számára is kidolgozott mérési módszerekkel rendelkezik, gondolunk itt a vezetői készségek fejlesztésére, a szervezeti kultúra megváltoztatásának kifejlesztésére kidolgozott módszerekre. A tantárgy szempontjából a szervezeti kultúra azonosításának a módszere érdekes, így ebben a fejezetben csak ezzel a területtel foglalkozunk.

A szervezeti kultúra vizsgálatára, azonosítására kifejlesztett kérdőív megbízható és valid, ennek a bizonyítását a szerzők hosszan bemutatják. (Cameron-Quinn, 2006) Emellett számos olyan validálásra és megbízhatóságra vonatkozó kutatási eredményt publikáltak különböző szerzők nemzetiségre, szervezeti jellemzőkre stb. különböző forrásokból, amelyek konklúziója, hogy a módszerrel jól le lehet írni a szervezeti kultúrát. (Denison-Mishra, 1995; Howard, 1998; Kalliath et al., 1999; Lamond, 2003; Ralston et al., 2006; Yu-Wu, 2009)

A mérési módszer tulajdonságairól számos információt biztosítanak a módszer kidolgozói. Kiemelik annak praktikusságát, mivel a szervezeti kultúra mérése a szervezet hatékonyságának és sikerességének szempontjából kulcskategóriák dimenziói mentén történik. A módszer időszerűségének hangsúlyozása abban rejlik, hogy a szervezeti kultúra diagnosztizálását és annak alapján a szükséges változtatási stratégiák megtervezését időben gyorsan el lehet végezni. A szervezeti kultúra azonosítási folyamatába minden érintett bevonását megengedi a módszer, függetlenül attól, hogy ki, milyen beosztásban dolgozik. A módszer alkalmazása során azonban azon emberekre mindenképpen fókuszálni kell, akik a szervezet életének szervezői irányítói, tervezői, akik az értékek megerősítésért felelnek és a jövő irányvonalainak kidolgozását végzik. Előnye a módszernek, hogy a kulcsdimenziókon keresztüli mennyiségi meghatározások során figyelembe vesz számos nehezen kvantifikálható tényezőt is, mint például a történetek, sztorik, események, szimbólumok jelentései. A módszer kifejezetten nagy előnye, hogy a szervezeti kultúra mérésének és megváltoztatásának elvégzésére „házon belül” lehetőséget ad, nem igényli különösebben szakértői stábok bevonását, egy vezetőkből álló csoport el tudja végezni a mérést, ha kell az átalakítást is. A szerzők hangsúlyozzák a módszer igazolt robusztusságát, megbízhatóságát, validitását. (Cameron-Quinn, 2006)

A szervezeti kultúra mérésére kialakított kérdőív a „szervezeti kultúra felmérésének eszköze” nevet viseli. Az angol „Organizational Culture Assessment Instrument – OCAI” kifejezésből és rövidítésből származtathatóan a továbbiakban az „OCAI” megnevezést használjuk.

Az OCAI lehetőséget ad a szervezetben jelenleg érvényben lévő szervezeti kultúra azonosítására, emellett biztosítja azt is, hogy a jövőre vonatkozó vágyott szervezeti kultúra is azonosításra kerülhessen. Mind a jelenlegi és mind a kívánatos kultúra azonosítására pontosan ugyanazon eljárást alkalmazza. A kívánatos szervezeti kultúra mérése támpontot adhat a fejlesztési irányvonalak kidolgozásához.

Ahogy korábban említettük, az OCAI a szervezeti kultúrát kulcsdimenziókon keresztül méri, ezeket a kulcsdimenziókat a versengő értékek keretrendszer segítségével határozták meg. Az alábbiakban állnak ezen kulcsdimenziók és rövid magyarázatuk:

- a szervezet főbb jellemzői – amilyenek a szervezet kívülről látszik,
- a vezetési stílus és szemléletmód – ami áthatja a szervezetet,
- az emberek irányítása – ahogy az emberekkel bánnak,
- a szervezeti ragasztó – az a szervezet összetartó ereje,
- a stratégiai hangsúlyok – vagyis a szervezeti stratégiában kiemelt területek,
- a sikerkritériumok – amik mentén a sikerességet értelmezik.

Mind a hat dimenzióhoz négy-négy állítást rendeltek a szerzők, ezen négy állítás közül egy-egy az adott szervezeti kultúra típusnak megfelelő leírást tartalmazza. Az egy dimenzióra vonatkozó négy mondat esetén értékelni kell a mondatok kitöltő szerinti igazságtartalmát 100 pont elosztásával a négy állítás között. Ezt elvégezve a másik öt dimenzió esetén is, készen van a szervezeti kultúra egyéni értékelése. Ugyanezen lépéssorozat elvégezhető a vágyott szervezeti kultúra azonosításához.

A kiértékelés során a négy kultúrátípusra hat-hat dimenzió esetén adott pontokat összegzik és átlagolják és ez a négy pontszám határozza meg a kitöltő által érzékelt és kívánt

szervezeti kultúratípusba történő hovatartozást. Minél nagyobb átlagértéket kapott egy kultúratípus, annál inkább dominánsnak tekintendő a szervezetben.

Ezen adatokat a CVF-ben grafikusán ábrázolva, azonnal szemléletesen kirajzolódik, hogy dominánsan milyen jellegű szervezeti kultúrával rendelkezik a szervezet és milyen lenne a kívánatos. A jelenlegi és kívánt szervezeti kultúra összevetése szolgál alapul az esetleges kultúraváltás megtervezésének. Hasznos információt szolgáltat az is, ha az egyes dimenziók mentén ábrázolják a kultúratípusok eredményeit, mert így eldönthetővé válik, hogy melyik dimenziók esetén adódik a legnagyobb érték azonos kultúra típusra és ezzel a domináns kultúra tovább jellemezhető azzal, hogy mekkora az összhang (kongruencia). A kongruencia kifejezi, hogy a szervezeti kultúra különböző szempontokból történő megítélése, milyen mértékű egységet mutat. A kongruencia megléte nem feltétele a sikeres működésnek, de támogathatja azt. Az OCAI használható a szervezetben belüli szubkultúrák feltérképezésére, használható az egyes szervezeti egységek saját, mikro szintű szervezeti kultúrájának a mérésére is. (*Cameron-Quinn, 2006*)

A szervezet jelenlegi és kívánatos kultúraprofiljának felrajzolása és összevetése következtetések levonását engedi megtenni miszerint meghatározható:

- a domináns szervezeti kultúra,
- a domináns kultúra erőssége,
- a jelenlegi és a kívánatos kultúra közötti eltérés iránya, mértéke,
- a kultúra összhangja a szervezet egészében,
- a szervezeti kultúra összehasonlítása más szervezetek kultúrájával, kultúra standardjaival (több mint 80000 szervezet vezetőjének megkérdezéséből álló adatbázis áll a kutatók rendelkezésére),
- a tendenciák változása, ha időben többször elvégzik a szervezeti kultúra azonosítását.

A következő fejezetben áttekintünk néhány tudományos kutatási eredményt, amely a CVF és az OCAI felhasználásával (is) születtek.

5. A versengő értékek keretrendszer alkalmazásának tapasztalatai, a hazai és nemzetközi szakirodalomban

A versengő értékek keretrendszere széles körben alkalmazott módszer mind a tudományos vizsgálatok terén, mind a gyakorlati életben. Nem vállalható, hogy minden kutatásról beszámoljunk, amit ezen módszer segítségével, felhasználásával vagy beépítésével eredményre vittek. Azt azonban vállalhatjuk, hogy a módszerrel elvégzett kutatások egy elenyésző hányadát megemlítjük.

A szakirodalom megismerését követően megállapítható, hogy a versengő értékek keretrendszerének a hazai kultúrakutatások során kisebb a szerepe, mint a nemzetközi szinten. Ezen becslést a hazai és a külföldi szerzők által írt CVF-el foglalkozó szakirodalmak relatív számosságának ismeretében tesszük.

A hazai versenyszférában CVF-et alkalmazó kutatások eredményei dominánsan Bognár, Balogh, Fekete köré szerveződnek. (*Balogh et al., 2010; Balogh, 2011;*

Balogh et al., 2011a,b; Bognár, 2010; Bognár et al., 2010; Bognár-Gaál, 2011, 2013; Fekete, 2010, 2011; Fekete-Böcskei, 2011; Gaál-Fekete, 2011)

A CVF Egyesült Államokon kívüli alkalmazhatóságát igazolja a szakirodalom. (*Pounder, 1999*) A kultúraváltás sikerességének, a menedzsment információs rendszerek hatékonyságának, a vezetői szerepek értelmezésének és a vállalati etikai kódexek vizsgálatának hasznos eszköze a CVF. (*Cooper-Quinn, 1993; Dipadova-Faerman, 1993; Hooijberg-Petrock, 1993; Stevens, 1996; Gardner et al., 2009*) A módszer relevanciáját a felsőoktatásban számos szakirodalom bemutatja. (*Smart-Hamm, 1993; Smart-St. John, 1996*) Az egészségügy területén számos eredményről számol be a szakirodalom. (*Scott et al., 2003; Hartmann et al., 2009*) Kínai szervezetek szervezeti kultúráját hasonlította össze Ralston és szerzőtársai, finn építőipari cégeket vizsgálta Nummelin, indiai bankok szervezeti kultúráját vizsgálta Vijayalakshmi. (*Nummelin, 2006; Ralston et al., 2006; Vijayalakshmi et al., 2009*) A minőségmenedzsment, TQM implementációk, (*Dellana-Hauser, 1999; Al-Khalifa-Aspinwall, 2000; Detert et al., 2000; Souza-Poza et al., 2001*) a szervezeti memória és a tudásmenedzsment programok esetén összefüggéseket igazol a szakirodalom a szervezeti kultúrával. (*Berthon et al., 2001, Chin-Loy-Mujbata, 2007*) A CVF alapján más módszerek fejlesztése több kutatót is foglalkoztat. (*Helfrich et al., 2007*)

Számos kutatás számol be arról, hogy a vizsgált szervezeteknél a szervezeti kultúra azonosítása egy „vezető szemüvegén keresztül” történt. Hangsúlyos a magas vezetői beosztás, hiszen ebből a perspektívából érzékelhető leginkább a szervezeti kultúra átfogóan. (*Dellana-Hauser, 1999; Brooks, 2007; Stock et al., 2007; Gaál-Fekete, 2011*)

Összességében megállapítható, hogy bár a fenti áttekintés nem lehet teljes körű és a megemlített munkák csak töredékét képezik a CVF-et alkalmazó kutatásoknak, a CVF egy, a különböző kutatási területeken és témákban „aktívan lüktető”, valid, és megbízható módszer, ezért nyugodt szívvel ajánljuk használatát.

Az alábbi szakirodalmi hivatkozás listában történő elmélyedés véleményünk szerint a tématerület gazdag feltérképezésének lehetőségével kecsegtet. Ezen túlmenően a mellékletben elhelyeztük az OCAI ívet, melynek esetleges felhasználásához, empirikus kutatásokba történő illesztéséhez sok sikert és kitartást kívánunk.

6. Kapcsolódó irodalom

Al-Khalifa, K. N., Aspinwall, E. M. (2000): Using the Competing Values Framework to Identify the Ideal Culture Profile for TQM: A UK Perspective. *International Journal of Manufacturing Technology & Management* Vol. 2. No. 1–7. pp. 1024–1040.

Balogh Á. (2011): Kulturális intelligencia – a 21. század kulcskompetenciája? Doktori (Ph.D) értekezés, Pannon Egyetem, Gazdálkodás- és Szervezéstudományok Doktori Iskola, Veszprém

Balogh Á., Bognár F., Gaál Z., Szentes B. (2010): Kikből lesznek a jövő karbantartói? in: Balogh Á. (szerk.): A karbantartás kihívása – A tudástőke felértékelődése nemzetközi konferencia kiadványa, Veszprém, pp. 215-224.

Balogh Á., Gaál Z., Szabó L. (2011a): Cultural Intelligence versus Organizational Culture. *The international Journal of Diversity in Organizations, Communities and Nations*. Vol. 11. Issue 1. pp. 223-236.

Balogh Á., Gaál Z., Szabó L. (2011b): Relationship between Organizational Culture and Cultural Intelligence. *Management and Marketing*. Vol. 6. Issue 1. pp. 95-110.

- Berthon, P., Pitt, L. F., Ewing, M. T. (2001): Corollaries of the Collective: The Influence of Organizational Culture and Memory Development on Perceived Decision-Making Context. *Journal of the Academy of Marketing Science*, Vol. 29. No. 2. pp. 135-150.
- Bognár, F. (2010): The role of maintenance strategies in inter-corporate cooperations. in: *Proceedings of the 38th ESReDA Seminar on Advanced Maintenance Modelling, Session 7/1*
- Bognár F., Balogh Á., Gaál Z., Szentes B., Szabó L. (2010): Karbantartási stratégiák szerepe a vállalatközi együttműködésben. in: *XXII. Nemzetközi Karbantartási Konferencia kiadványa; A karbantartás kihívása – A tudástőke felértékelődése*; pp. 225-236. Veszprém
- Bognár, F., Gaál, Z. (2011): Rethinking business process maintenance related to corporate culture. *Problems of Management in the 21st Century*, Vol. 1., Issue 1. pp. 16-25.
- Bognár F., Gaál Z. (2013): A beszállítói kapcsolatok megbízhatósági és karbantartási konzekvenciái. *Vezetéstudomány*, XLIV. évf. június, különszám, pp. 14-21.
- Bognár F. (2019): Karbantartási stratégiák és rendszerek. in: Bognár F. (szerk.) *Karbantartásmenedzsment*; pp. 63-96. Veszprém
- Brooks, M. G. (2007): *Organizational Leadership in Academic Libraries*, Ph.D. dissertation. Faculty of the Marshall University Graduate College, Huntington
- Cameron, K.S. (1986): "Effectiveness as paradox: Conflict and Consensus in Conceptions of Organizational Effectiveness." *Management Science*, Vol. 32. No. 5. pp. 539-553.
- Cameron, K. S. (1997): Techniques for making organizations effective. In: Druckman, D., Singer, J., Van Cott, H. (eds) *Enhancing Organizational Performance*. National Academy Press, Washington
- Cameron K. S., Freeman S. (1991): Culture, Congruence, Strength and Type: Relationship to Effectiveness. *Research in Organizational Change and Development*. Vol. 5. pp. 23–58.
- Cameron, K. S., Quinn, R. E. (2006): *Diagnosing and Changing Organizational Culture: Based on the Competing Values Framework*. Jossey-Bass, San Francisco
- Campbell, J. P., Brownas, E. A., Peterson, N. G., Dunnette, M. D. (1974): *The Measurement of Organizational Effectiveness: A Review of Relevant Research and Opinion*. Personel Decisions, Minneapolis
- Chin-Loy, C., Mujbata, B. G. (2007): The Influence of Organizational Culture on the Success of Knowledge Management Practises with North American Companies. *International Business & Economics Research Journal*, Vol. 6. No. 3. pp. 15-28.
- Cooper, B. C., Quinn, R. E. (1993): Implications of the Competing Values Framework for Management Information Systems. *Human Resource Management*, Vol. 32. Issue 1. pp. 175-201.
- Dellana, S. A., Hauser, R. D. (1999): Corporate Culture's Impact on a Strategic Approach to Quality. *Mid-American Journal of Business*, Vol. 15. No. 1. pp. 9–20.
- Denison, D. R., Mishra, A. K. (1995): Toward a Theory of Organizational Culture and Effectiveness. *Organization Science*, Vol. 6. No. 2. pp. 204-223.
- Detert, J. R., Schroeder, R. G., Mauriel, J. J. (2000): A Framework for Linking Culture and Improvement Initiatives in Organizations. *Academy of Management Review*, Vol. 25. No. 4. pp. 850–863.
- Dipadova, L. N., Faerman, S. R. (1993): Using the Competing Values Framework to Facilitate Managerial Understanding Across Levels of Organizational Hierarchy. *Human Resource Management*, Vol. 32. Issue 1. pp.143-174.
- Fekete H. (2010): Stratégia, struktúra, kultúra – hatások a vállalatok pénzügyi teljesítményére. in: V. KHEOPS Tudományos Konferencia kiadvány „Útkeresés a gazdasági válság nyomában” pp. 16-24.
- Fekete H. (2011): Merre tart a hajó? A szervezeti stratégia, a struktúra és a kultúra hatásainak vizsgálata a vállalati teljesítményre. Doktori (Ph.D) értekezés, Pannon Egyetem, Gazdálkodás- és Szervezéstudományok Doktori Iskola, Veszprém
- Fekete H., Böcskei, E. (2011): Cultural Waves in Company Performance, *Research Journal of Economics, Business and ICT*, Vol. 3. pp. 38-42.

- Gaál Z., Fekete H. (2011): The Relationship between Strategic, Structural and Cultural Characteristics and Performance. *The GSTF Business Review*, Vol.1. No. 2. pp. 93-98.
- Gardner, W. L., Reithel, B. J., Foley, R. T., Cogliser, C. C., Walumbwa, F. O. (2009): Attraction to Organizational Culture Profiles, Effects of Realistic Recruitment and Vertical and Horizontal Individualism-Collectivism. *Management Communication Quarterly*, Vol. 22. No. 3. pp. 437-472.
- Hartmann, C. W., Meterko, M., Rosen, A. K., Zhao, S., Singer, S., Gaba, D. M., (2009): Relationship of Hospital Organizational Culture to Patient Safety Climate in the Veterans Health Administration. *Medical Care Research and Review*, Vol. 66. No. 3. pp. 320-338.
- Helfrich, C. D., Li, Y. F., Mohr, D. C., Meterko, M., Sales, A. E. (2007): Assessing an Organizational Culture Instrument Based on the Competing Values Framework: Exploratory and Confirmatory Factor Analyses. *Implementation Science*. Vol. 2. Issue 1. Article 13.
- Hooijberg, R., Petrock, F. (1993): On Cultural Change: Using the Competing Values Framework to Help Leaders Execute a Transformational Strategy. *Human Resource Management*, Vol. 32. Issue 1. pp. 29-50.
- Howard, L. W. (1998): Validating the Competing Values Model as a Representation of Organizational Cultures. *International Journal of Organizational Analysis*, Vol. 6. Issue 3. pp. 231-250.
- Kalliath, T. J., Bluedorn, A. C., Gillespie, D. F. (1999): A Confirmatory Factor Analysis of the Competing Values Instrument. *Educational and Psychological Measurement*, Vol. 59. No. 1. pp. 143-158.
- Lamond, D. (2003): The Value of Quinn's Competing Values Model in an Australian Context. *Journal of Managerial Psychology*, Vol. 18. Issue 1. pp. 46-59.
- Nummelin, J. (2006): Measuring Organizational Culture in Construction Sector –Finnish Sample. *Proceedings of the Joint International Conference on Construction Culture, Innovation and Management*, Dubai, pp.1-12.
- Pounder, J. (1999): Organizational Effectiveness in Higher Education: Managerial Implications of a Hong Kong Study. *Educational Management & Administration* Vol. 27. No. 4. pp. 389-400.
- Quinn, R. E. (1988): *Beyond rational management: Mastering the paradoxes and competing demands of high performance*. Jossey-Bass, San Francisco
- Quinn, R. E., Cameron, K. S. (1988): *Paradox and Transformation: Toward a Framework of Change in Organization and Management*. Ballinger, Cambridge
- Quinn, R. E., Rohrbaugh, J. (1981): A Competing Values Approach to Organizational Effectiveness. *Public Productivity Review*, Vol. 5. No. 2. pp. 122-140.
- Quinn, R. E., Rohrbaugh, J. (1983): A Spatial Model of Effectiveness Criteria: Towards a Competing Values Approach to Organizational Analysis. *Management Science*, Vol. 29. No. 3. pp. 363-377.
- Quinn, R. E., Spreitzer, G. M. (1991): The Psychometrics of the Competing Values Culture Instrument and an Analysis of The Impact of Organizational Culture on Quality of Life. In: Woodman, R. W., Pasmore, W. A. (editors) *Research in Organizational Change and Development*. JAI Press, Greenwich
- Ralston, D. A., Terpstra-Tong, J., Terpstra, R. H., Wang, X., Egri, C. (2006): Today's State-Owned Enterprises Of China: Are They Dying Dinosaurs Or Dynamic Dynamos? *Strategic Management Journal*, Vol. 27. Issue 9. pp. 825-843.
- Scott, T., Mannion, R., Davies, H., Marshall, M. (2003): The Quantitative Measurement of Organizational Culture in Health Care: A Review of the Available Instruments. *Health Services Research*, Vol. 38. Issue 3. pp. 923-945.
- Smart, J. C., Hamm, R. E. (1993): Organizational Effectiveness and Mission Orientations of Two-year Colleges. *Research in Higher Education*, Vol. 34. No. 4. pp. 489-502.
- Smart, J. C., St. John, E. P. (1996): Organizational Culture and Effectiveness in Higher Education: A Test of the "Culture Type" and "Strong Culture" Hypotheses. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, Vol. 18. No. 3. pp. 219-241.

Souza-Poza, A., Nystrom, H., Wiebe, H. (2001): A Cross-Cultural Study of the Differing Effects of Corporate Culture on TQM in Three Countries. *Journal of Quality & Reliability Management*. Vol. 18. Issue 7. pp. 744-761.

Stevens, B. (1996): Using the Competing Values Framework to Assess Corporate Ethical Codes. *Journal of Business Communication*. Vol. 33. No. 1. pp. 71-84.

Stock, G. N., McFadden, K. L., Gowen, C. R. (2007): Organizational Culture, Critical Success Factors, and the Reduction of Hospital Errors. *International Journal of Production Economics*. Vol. 106. Issue 2. pp. 368-392.

Yu, T., Wu, N. (2009): A Review of Study on the Competing Values Framework. *International Journal of Business and Management*. Vol. 4. No. 7. pp. 37-42.

Vijayalakshmi, C., Awasthy, R., Gupta, R. K. (2009): Assessment of Cultural Shift in an Indian Public Sector Bank. *International Journal of Indian Culture and Business Management*. Vol. 2. No. 3. pp. 307-325.

7. Melléklet

Munkánk végén elhelyeztük az OCAI felmérést magyar nyelvű fordítását, amennyiben felhasználná a karbantartó szervezet felméréséhez.

3. A szervezeti kultúra jellemzőinek mérése

A következő hat dimenzió az Ön szervezetének kultúráját méri fel. Először tölts ki a táblázatok „Jelenleg” oszlopát, ez körülbelül öt percet vesz igénybe, ezt követően tölts ki a „Kívánatos” oszlopot. A „Kívánatos” oszlopban azokat a válaszokat jelölje be, amelyek meglétét öt éven belül kívánatosnak tartja saját szervezetén belül. Ez a kérdés arra irányul, hogy Ön szerint milyennek kellene lennie a vállalati kultúrának ahhoz, hogy szervezete kiemelkedő teljesítményt érjen el, illetve felülmúlja jelenlegi céljait.

A hat dimenzió mindegyikéhez négy állítás tartozik. Összesen fel 100 pontot az egyes állítások között, azoknak adjon magasabb pontszámot, amelyek leginkább jellemzőek az Ön szervezetére. Például, ha az A alternatíva a legjellemből, a B és C csak részben igaz, a D válasz a legkevésbé jellemző, akkor egy lehetséges elosztása a pontoknak lehet, hogy az A válasz 55 pontot ér, a B és C 20 pontot, és a D válasz kapja a fennmaradó 5 pontot.

1. Főbb szervezeti jellemzők	Jelenlegi	Kívánatos
A.) Szervezetünk olyan, mint egy nagy család. Az emberek jól ismerik egymást.		
B.) Szervezetünk nagyon dinamikus és vállalkozó szellemű hely. Az emberek hajlandók kockáztatni.		
C.) Szervezetünk nagyon eredményorientált. A feladat elvégzése prioritást élvez. Az emberek teljesítményorientáltak és versenyző szelleműek.		
D.) Szervezetünk nagyon szabályozott és strukturált hely. Általában formális előírások szabályozzák az emberek cselekedeteit.		
Osszesen:	100	100
2. Szervezeti vezetés (Leadership)	Jelenlegi	Kívánatos
A.) Szervezetünk vezetése a mentorálás, a támogatás és a gondoskodás szorgalmazója.		
B.) Szervezetünk vezetése a vállalkozói szellem, az innováció, a kockázatvállalás szorgalmazója.		
C.) Szervezetünk vezetése a rámenős, eredmény-orientált hozzáállás szorgalmazója.		
D.) Szervezetünk vezetése a koordináció, a szervezés, az egyenletes, szabályozott működés szorgalmazója.		
Osszesen:	100	100
3. Vezetési stílus	Jelenlegi	Kívánatos
A.) Szervezetünkben a vezetési stílust csapatmunka, konszenzus és részvétel jellemzi.		
B.) Szervezetünkben a vezetési stílust egyéni kockázatvállalás, innováció, szabadság és egyediség jellemzi.		
C.) Szervezetünkben a vezetési stílust a versenyszellem ösztönzése, magas elvárások és eredmény orientáció jellemzi.		
D.) Szervezetünkben a vezetési stílust a foglalkoztatás biztonsága, szabályosság, kiszámíthatóság, a kapcsolatok stabilitása jellemzi.		
Osszesen:	100	100
4. Összetartó erő a szervezetben	Jelenlegi	Kívánatos
A.) Szervezetünk összetartó ereje a lojalitás és a kölcsönös bizalom. Magas a szervezet iránti elkötelezettség.		
B.) Szervezetünk összetartó ereje az innovációhoz és a fejlődés iránti elkötelezettség. A hangsúlyt az előremutatásra, élen járásra helyezi.		
C.) Szervezetünk összetartó ereje az eredmények és a célok elérésének hangsúlyozása.		
D.) Szervezetünk összetartói a formális szabályok és irányelvek. Fontos az egyenletes, szabályozott működés fenntartása.		
Osszesen:	100	100
5. Stratégiai hangsúlyok	Jelenlegi	Kívánatos
A.) A szervezet a személyes fejlődést hangsúlyozza. Nagyfokú bizalom, nyitottság és részvétel jellemzi.		
B.) A szervezet új erőforrások megszerzését és új kihívások keresését hangsúlyozza. Új dolgok kipróbálását és új lehetőségek felkutatását értékeli.		
C.) A szervezet a versengést, az eredményeket hangsúlyozza. Fontos a kihívó célok megvalósítása és a piacvezető pozíció elérése.		
D.) A szervezet állandóságot és stabilitást hangsúlyoz. Fontos a hatékonyság, a kontroll és a gördülékeny működés.		
Osszesen:	100	100
6. Sikerkritériumok	Jelenlegi	Kívánatos
A.) Szervezetünkben a siker definiálásának alapja az emberi erőforrás fejlesztés, a csapatmunka, a munkatársi elkötelezettség és az emberekkel való törődés.		
B.) Szervezetünkben a siker definiálásának alapja a legegységesebb és legújabb termékek birtoklása. Szervezetünk termékvezető, innovátor.		
C.) Szervezetünkben a siker definiálásának alapja a piacvezető pozíció elérése, a konkurencia megelőzése. Alapvető fontosságú a piaci versenyelőny.		
D.) Szervezetünkben a siker definiálásának alapja a hatékonyság. Kritikus fontosságú a megbízható teljesítés, a gördülékeny ütemezés, az alacsony költségű termelés.		
Osszesen:	100	100

PRAKTIKÁK AZ OLAJIPARI KARBANTARTÁSBAN 12, avagy „Ne dobjuk ki, ami még fémszórható.”

Körtélyesi Róbert Growww pályakezdő munkatárs PETROLSZOLG Kft.

Sóti Csaba hegesztőmérnök, területi hegesztési felelős PETROLSZOLG Kft.

1. Bevezetés

A PETROLSZOLG Kft. a MOL csoport tagja, 100%-ban MOL tulajdon. Feladata a karbantartási munkák elvégzése a MOL üzletágainál Magyarországon és a környező országokban.

Fő tevékenységek:

- ✔ Napi rutin karbantartási munkák,
- ✔ Tervezett üzemleálláshoz kötött feladatok
- ✔ Projekt jellegű munkák (beruházások)
- ✔ Havária meghibásodások

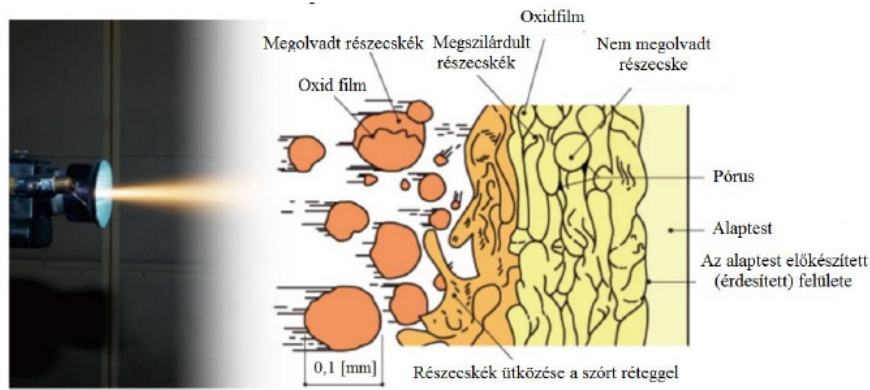


Jelen előadás a fémszórési technológiákat mutatja be, mely a négy tevékenységtípusból 3-nál fellelhető.

Alapvetően a technológiát két fő csoportra oszthatjuk fel, hideg, illetve meleg fémszórásra. Jelentős különbség a két változat közt, hogy míg meleg eljárás esetén a felszört fedőréteget felhevítjük 900-1100 C° közelébe, annak porózus szerkezetét öntött szerkezetűre változtatva, addig hideg szórás esetén ez nem következik be. Így annak porozitása jelentősen nagyobb.



1. ábra. A fémszórás műveletei egy képen



2. ábra. A felület kialakulásának folyamata

2. Javítandó tengely alapadatai

DMIH 341-31/9-es előtét szivattyú főtengelye, a szivattyú által szállított közeg paraffin, melynek hőfoka 110 °C, szállítása 6 bar nyomáson történik. Magának a tengelynek az anyaga C45. Kialakítása a 3. ábrán látható, valamint jelölve a javítandó átmérő Ø35 mm, melyre egy csapágy kerül felhelyezésre.



3. ábra. A javítandó tengely

3. A karbantartás fő folyamatai

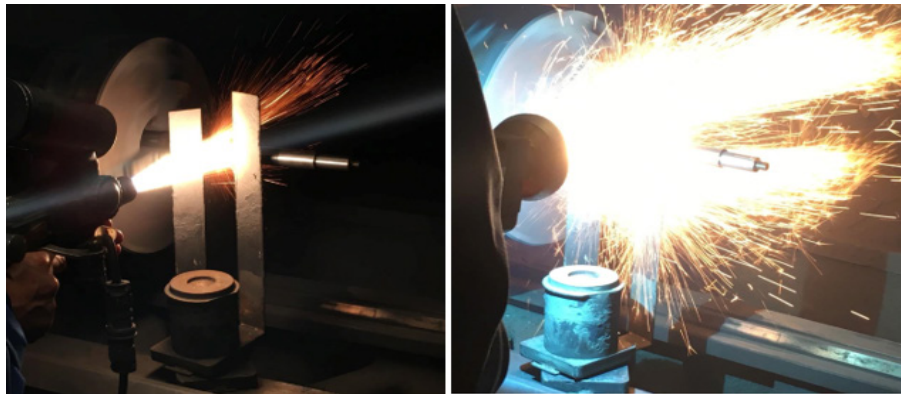
- ♥ Hiba-érzékelés: A csapágy környezetében szivárgás fedezhető fel, mely annak elmozdulásából adódott.
- ♥ Kiszereelés
- ♥ Feljavítás: Hideg termikus szórási eljárás alkalmazása
- ♥ Összeszerelés
- ♥ Beüzemelés
- ♥ Ellenőrzés: A beszerelés óta nem történ hibára utaló bejelentés.

4. Hibajelenség

A 3. ábra bal oldalán lévő felújításra váró tengelyrész jelölésre került, annak mérete alaptestben Ø35 mm, ám a kopás következtében ez lecsökkent Ø34,2-34,7 méretűre. A kialakítandó mérete $\text{Ø}35_{0}^{+0,01}$

5. A fémszórás fő lépései

- ✔ A tengely beérkezését követően zsírtalanítása következett
- ✔ Ezt követően a szóráshoz szükséges előmunkálatok (esztergálás), mellyel a felületet érdesítettük a jobb tapadás érdekében.
- ✔ Darab előhevítése (az esetlegesen lerakódott pára eltávolítására).
- ✔ Szórni nem kívánt felületek bevonása (lefedése).
- ✔ Alapozó réteg szórása.
- ✔ Fedő réteg szórása.
- ✔ Utólagos porozitás csökkentése.
- ✔ Végző megmunkálások.
- ✔ Vizsgálatok
- ✔ Beszerelés
- ✔ Beüzemelés

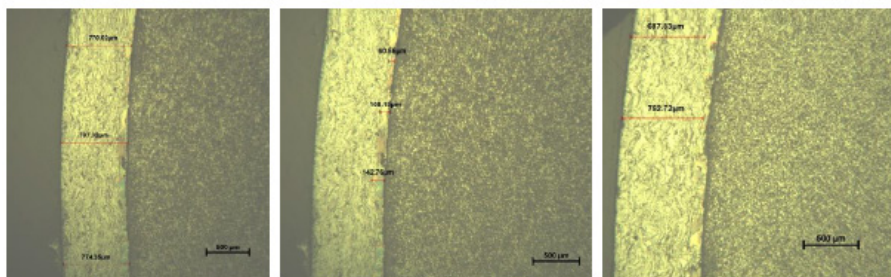


4. ábra. A Láng-, és ív-szórás intenzitása, a kilépő szemcsék szórási kúpja

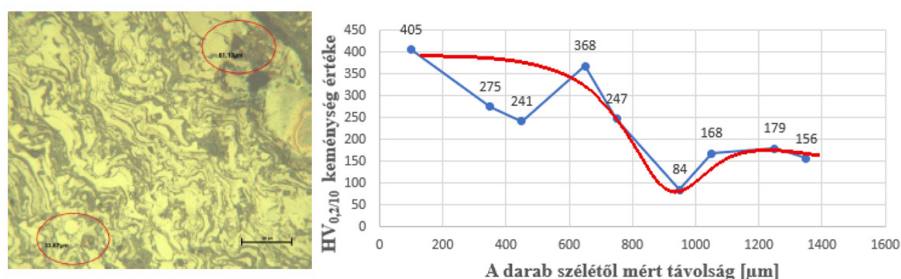
6. Vizsgálatok

A szórási eljárás két külön részre osztható fel, mivel az alapozóréteget gáz hőforrással, por szórásával, míg a fedőréteget elektromos ívvel, huzal szórásával történt. Ez magának a vizsgálatnak a menetét nem befolyásolja, ám a kapott eredményeket annál inkább. Alkalmazott vizsgálati eljárások:

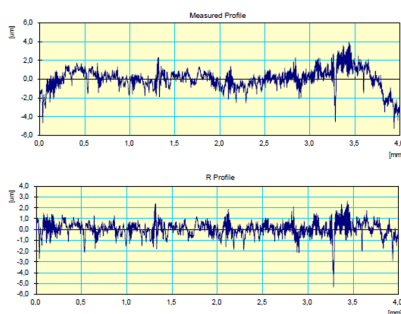
- ✔ Szemrevételezés
- ✔ Szövetszerkezeti vizsgálat
- ✔ Keménységmérés
- ✔ Korróziós vizsgálat
- ✔ Felületi érdesség mérés
- ✔ Szórás hatásfokának meghatározása
- ✔ Gazdasági összehasonlítás egy legyártott és egy javított tengely esetén



5. ábra. Létrehozott szövet szerkezete



6. ábra. Keménységmérési helyek és értékek a darab szélétől a közepé felé haladva



7. ábra. Felületi érdesség diagram

7. Összefoglalás

A vizsgálatok során kapott eredmények alapján egyértelműen látszik, hogy a technológia alkalmazásával a fennálló követelmények teljesíthetőek, esetenként még többlet tulajdonságokat is eredményeztek. Mind javítás, mind korrózió ellenállóképesség növeléséhez is alkalmazható az eljárás, ezzel az iparban felmerülő két legjelentősebb problémát orvosolva.

„A fémszórással szembeni aggodalom már a múlté.

A technológiai fegyelem meghozza gyümölcsét!”



PETROLSZOLG
KARBANTARTÓ ÉS SZOLGÁLTATÓ KFT.

Beltéri pozíció meghatározás optikai markerekkel

*Kovács Viktor, tanársegéd, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem,
Automatizálási és Alkalmazott Informatikai Tanszék
Thin Martin, Beágyazott szoftver- és hardverfejlesztő, MagiCom Kft.*

A valós idejű helymeghatározó rendszerek (real-time location system - RTLS) segítségével automatikusan azonosíthatók és nyomon követhetők a tárgyak vagy személyek egy épületben vagy más beltéri területen. A szabadpályás eszközök követése számos ipari területen fontos elvárás.

A valós idejű helymeghatározási technológia széles körűen alkalmazható az egészségügyben, a szállítmányozásban, a logisztikában, az ipari gyártásban, a feldolgozóiparban.

RTLS tipikus alkalmazási területek:

- tárolóeszköz nyomonkövetés,
- szállítóeszköz nyomonkövetés, navigálás,
- szerszám nyomonkövetés,
- személyzet biztonság (mozgás),
- mozgás elemzés,
- erőforrás és munkafolyamat optimalizálás,
- beltéri daru mozgásának követése,
- beltéri navigáció (AGV, drón).

RTLS integrációjával megvalósítható feladatok:

- raktárkezelés,
- raktárkészlet allokálás, automatikus rendelések,
- vizualizált megjelenítés (mi, hol van, azonosított megjelenítés),
- átfutási idő elemzés,
- integrálás gyártás tervező és követő rendszerrel, automatikus könyvelés,
- integrálás a gépek termelési adataival,
- termelési területen zónák definiálása, eszköz, szerszám, zónába ki/belépésének detektálása.

A hardver és szoftver fejlesztések az egyedi igényektől függően testre szabhatóak. Egy adott alkalmazástól függően kialakított RTLS rendszer, magasabb szinten képes kiszolgálni a termelési környezetet. RTLS rendszereket számos technológiai alap felhasználásával fejlesztenek. A nyomon követett tárgyak azonosítását is megbízhatóan lehetővé RTLS rendszerek leggyakrabban az ultra-wideband, wifi, bluetooth, RFID vagy az általunk is fejlesztett IRID elven működnek. Ezek összehasonlításáról és felhasználási javaslatairól a

www.recosense.com URL címen találhat anyagokat. Számos konkrét megvalósítás hibrid rendszerekkel dolgozik, ezzel megpróbálva a különböző technológiák előnyeit egyesíteni.

IRID-RTLS alapú hardver és szoftver fejlesztési folyamatainkban számos különleges, a helyzet adta igénnyel találkozunk. A cikkben bemutatjuk, hogy az optikai markerekkel kapcsolatban milyen gyakorlati igények merülhetnek fel és hogy ezekre hardver-, és szoftverfejlesztési munkával milyen adekvát válaszokat lehet adni a mi gyakorlatunkban.

1. Optikai helymeghatározás

A beltéri pozíció meghatározás egyre nagyobb szerepet kap az iparban, ahogy a gyárak és raktárak kihasználtsága növekszik. Szükség lehet automatikusan vezérelt, vezetől nélküli vontató- és szállítógépek (AGV-k), targoncák, drónok irányítására vagy egyszerűen csak termékek követésére egy folyamat során.

Az itt bemutatott eljárás az optikai helymeghatározáson alapszik. A cél olyan infravörös tartományban működő markerek elkészítése volt, amik pozíciója nagy pontossággal meghatározható kamerák segítségével.

Ez az eljárás beltéri helymeghatározáshoz optimális, mivel vagy a kameráknak, vagy a markereknek ismerni kell a térbeli elhelyezkedését. Valójában a legtöbb helymeghatározó módszer - legalábbis elméletileg - beltérben is használható. A rendszer teljesítménye azonban csökkenhet, mivel a környezetek lényegesen eltérhetnek egymástól.

A beltéri környezetekben különösen nehéz a helymeghatározás több okból:

- többutas terjedés a falak és a bútorok jelvisszaverődése miatt
- kitakart területek
- magas csillapítás és jelszórás az akadályok nagyobb sűrűsége miatt
- gyors időbeli változások az emberek jelenléte és szobák közötti közlekedésük miatt
- magas a pontosság iránti igény

Másrészt a beltéri beállítások sokféleképpen megkönnyítik a helymeghatározást és a navigációt:

- kis lefedettségű területek
- alacsony időjárás hatások, például alacsony hőmérsékleti gradiensek és lassú légáramlás
- rögzített geometriai korlátok
- olyan infrastruktúra, mint a villamos energia, az internet-hozzáférés, a célra való felszereléshez megfelelő falak
- alacsonyabb dinamika a gyaloglás és lassabb járművek miatt

Sokféle különféle RTLS (Real-Time Locating System – Valós Idejű Helymeghatározó Rendszer) létezik, ami az iparban felhasználható emberek és eszközök nyomon követésére. A

korábbi kutatások szerint, egy ilyen rendszer különösen sikeresen alkalmazható egy termék gyártási szakaszában.

A rádió frekvencia alapú alternatívák mint: Ultra-Wideband (UWB), Bluetooth Low Energy (BLE), Wi-Fi, megfelelő hatótávolságot biztosíthatnak beltéri alkalmazásokhoz. Azonban az optikai lokalizáció egy magasabb fokú pontosságot biztosít és lehetővé teszi nagy számú marker követését, habár a takarásban lévő objektumok követése problémát okozhat.

Az alkalmazott eljárással a fent említett negatívumok jelentős része kiküszöbölhető a kamerák megfelelő elhelyezésével. További előnyt jelent, hogy nem terheli a rádiófrekvenciás sávokat, így a gyakran használt ISM (The Industrial, Scientific, and Medical) tartományt sem, mivel az infravörös fény tartományban működik.

1.1. RTLS a karbantartásban

Miért is fontos a beltéri helymeghatározás a karbantartásban? Elsősorban az olyan folyamatok felügyeletében van szerepe, ahol valamilyen térbeli pozíció változás is zajlik. Például raktárakban történő optimalizálások, vagy egy bonyolult gyártási folyamat.

A járművekhez és felszerelésekhez rögzített azonosítóval rendelkező telepített érzékelők figyelemmel kísérhetik a termékek állapotát, és riasztásokat válthatnak ki, amikor karbantartásra van szükség. Az RTLS segítségével nyomon követhető, hogy milyen gyakran kell karbantartani a különféle berendezéseket, figyelemmel kíséri a karbantartás eredményeit és csökkenti a javítás költségeit a meghibásodásoktól.

Ezekben az esetekben jelentősen meggyorsíthatja a probléma okának felkutatását és így a megoldás megszületését is, ha ismert a legutolsó pozíció, amikor még minden az elvárások szerint, a hibák megjelenése nélkül zajlott. Valamint speciális markerek jelezhetnek, ha már ideje egy karbantartásnak vagy elég idő telt el ahhoz, hogy véget érjen egy adott folyamat és egy újabb lépés szükséges.

Továbbá elősegíti biztonságosabb rendszerek kiépítését, hiszen, ha egy kritikus objektum térben egy olyan helyre kerül ahová nem lenne szabad, vagy kikerül abból a zónából ahová az rendelkezve van, arról azonnali jelzés érkezik.

1.2. RTLS a folyamatirányításban

A Lean Management egy veszteség csökkentésen alapuló módszer, amit elsősorban a termelési folyamatok optimalizálása érdekében alkalmaznak. A Lean gondolkodásmód összefoglalható öt alapvető céllal:

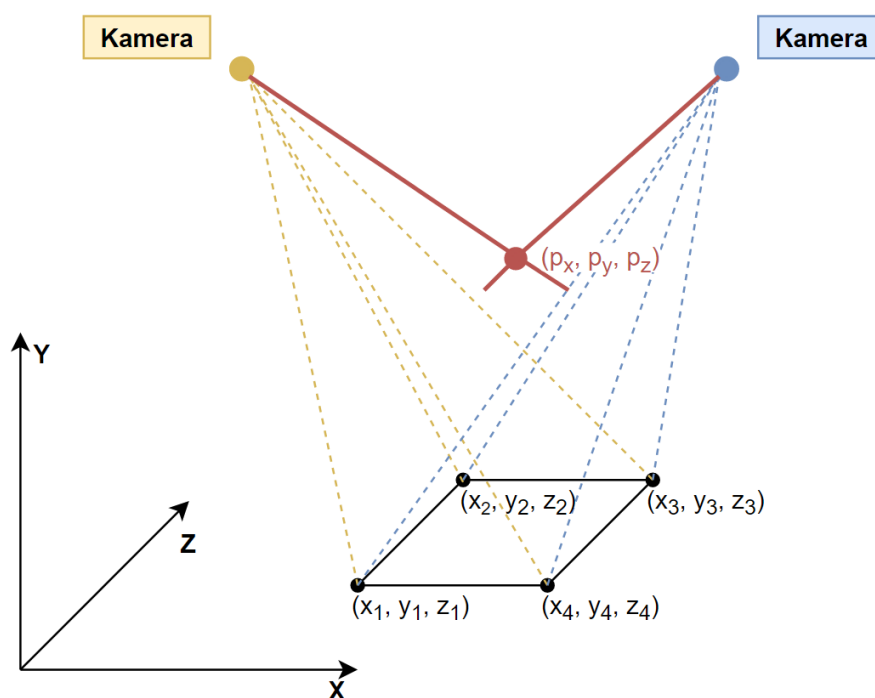
- veszteség csökkentése
- értékfolyam azonosítása, létrehozása
- áramlás ösztönzése
- húzó elv bevezetése
- tökéletességre törekvés

A Lean stratégia szerint a gyártáshoz kapcsolódó veszteségek listája a következő:

- Túltermelés: Alapvetően ez magába foglalja a túl nagy mértékű késztermék tárolását, ami megnövekedett költségekhez vezet
 - Ennek mértéke csökkenthető, ha valós időben rendelkezésre áll információ az aktuális raktárkészletről
- Szállítás: Nem ad hozzáadott értéket a terméknek, így a felesleges szállítás növeli a működési költségeket: személyzet foglalkoztatása, extra hely felhasználása, biztonsági kérdések és szükségtelen termékkezelés
 - Optimalizálhatók a szállítási folyamatok, ha rendelkezésre áll információ az elszállítandó termékek mennyiségéről és állapotáról
- Felesleges feldolgozás: Minden olyan szükségtelen gyártási folyamat-összetevő, amely nem jelent hozzáadott értéket mind a vállalkozások, mind az ügyfelek számára
 - Amennyiben van lehetőség statisztikát készíteni a termékek feldolgozásának folyamatáról, felderíthetők olyan lépések, amik több energiát igényelnek, mint amennyi hozzáadott értékkel rendelkeznek
- Várakozás: Ez magában foglalja az elpazarolt időt, amely a leállított gyártási folyamat miatt következik be
 - Minél rövidebb időn belül és minél pontosabb információ áll rendelkezésre a hiba okáról, annál gyorsabban meg lehet oldani
- Hibák: Ezek olyan eltérések a céltermék állapotától és kialakításától, amelyek megkövetelik a teljes termék cseréjét
 - Ilyen esetekben egyértelműen el kell tudni választani a selejtet a működőképes termékektől
- Mozgás: Ez pazarló eszközmozgás, amely nem jelent hozzáadott értéket a vállalkozás számára, és elkerülhető költségeket eredményez
 - Optimalizálhatók a mozgatási folyamatok, ha követhetővé válnak az egyes termékek útvonalai
- Leltár: Ez a raktárban maradt készletre vonatkozik, amely várja a kiszállítást az ügyfélnek. A szükségtelen készlet sok helyet foglalhat el és károsítja a vállalat cash flow-ját
 - Csökkenthető a felhalmozódás, ha pontos adatok állnak rendelkezésre a kész, hamarosan elkészülő és igényelt termékek számáról

A legtöbb Lean veszteség nagy mértékben csökkenthető az itt bemutatott RTLS-sel.

1.3. Kamerás lokalizáció



1. ábra: Optikai helymeghatározás

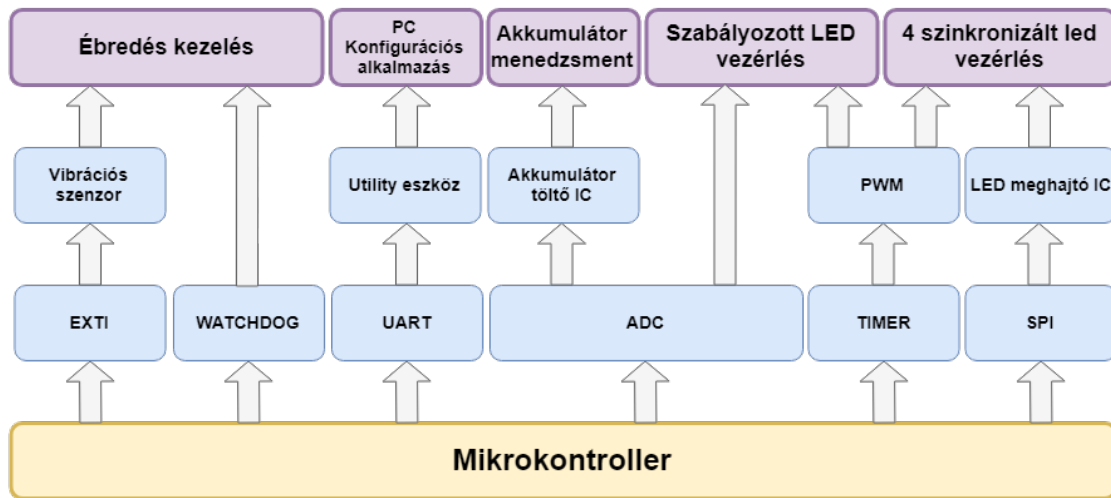
A különböző számítógépes látástechnikai alkalmazásoknál fontos a kamerák tulajdonságainak pontos ismerete. A belső paraméterei (fókuszpont, pixelarány, vetítés középpontja) és a külső paraméterei (a kamera helyzete és orientációja a világ koordináta-rendszeréhez képest). Erre több különböző technika létezik, melyek közül itt egy marker alapú kerül bemutatásra.

Ahhoz, hogy pontos információ legyen a kamerák térbeli elhelyezkedéséről először végre kell hajtani a kalibrációt. Szükség van mind a belső mind a külső tulajdonságok kalibrálására. Markerekkel a külső tulajdonságokat vagyunk képesek kalibrálni. Jelen eljárásban a belső paramétereket már ismertnek tekintjük, így a bemutatott módszerrel lehetséges kevesebb, akár 4 pontból meghatározni a kamerák térbeli helyzetét.

Ez a 4 pont a fenti képen az x , y , z , koordinátákkal jelölt, fix helyzetű marker, egy ilyen pont csoportot nevezünk kalibrációs objektumnak. Ezeket egyszer szükséges bemutatni minden kamerának a kalibráció idejére, ezután leszerelhetők. Ezt követően a kamerák látóterébe jutó bármely p_x , p_y , p_z koordinátákkal jelölt marker pozíciója meghatározható. Ha legalább 2 kamera lát egy ilyen pontot akkor 3D információ nyerhető, ha annál kevesebb, akkor csupán 2D.

Utóbbi lehetőséggel költséghatékonyabban lehet olyan folyamatokat követni, ahol minden mozgás egy síkban történik, vagy nincs szükség magasság információra. Például, ha csak ismert síkban mozoghatnak a markerek (pl. targonca tetején, mozgatható tárolókereteken), akkor biztosítható 3D információ, hiszen a magasság fix, egy kamera segítségével pedig 2D információ nyerhető. Minden marker egy egyedi azonosító sugároz, amit a kamerák érzékelnek, így azok egyértelműen megkülönböztethetővé válnak, tehát, ha vannak eltérő magasságok, a síkok akár a felhasznált azonosítóból is kikövetkeztethetők.

2. Markerek



2. ábra: Rendszerterv

Mindegyik marker alapvetően ugyanazt a feladatot hajtja végre: infravörös LED (Light-emitting diode – Fényemittáló dióda) segítségével sugároz egy azonosítót, ami kamerával érzékelhető. Az eltérés, az energiatakarékosságban, árban, illetve teljesítményben/funkciók számában van.

A különböző igényektől függően skálázható a felhasznált markerek teljesítménye, funkcióinak száma és üzemideje. Alapvetően három alaptípus elérhető. A legegyszerűbb és legköltséghatékonyabb verzió a gombelemes. Ezt követi a hosszú üzemidőt és kényelmes használatot biztosító akkumulátoros verzió. Végül pedig a legnagyobb teljesítményű, ami egyszerre több LED-t is képes meghajtani az úgynevezett külső táplálású verzió. Ennek ugyanis kábeles tápellátásra van szüksége, így pozíciója vagy fix vagy egy saját energiaellátású eszközre, például targoncára van erősítve.

Létezik egy speciálisabb igényt kielégítő e-papír kijelzővel rendelkező eszköz is, ami az akkumulátoros verzió egy kibővített változata. Ez ugyanis képes szintén optikai úton utasításokat fogadni és információt megjeleníteni a kijelzőjén.

Az eszközök specifikációjából adódóan a következő funkciók voltak a kezdeti célok: Infravörös LED vezérlése konstans teljesítménnyel, valamint amikor csak lehetséges, energiatakarékos módba lépés. Az első funkció célja, hogy az akkumulátor/elem vagy egyéb módon előállított tápfeszültség csökkenésének következtében ne csökkenjen a LED teljesítmény, vagyis állandó távolságból érzékelhető legyen a sugárzott azonosítója. Ehhez szükséges valamilyen módon mérni a változást és ahhoz igazodva szabályozni a LED áramát.

A második funkcióhoz csupán az szükséges, hogy minél pontosabban meghatározható legyen, hogy mikor kell aktívnak lennie a jeladásnak. Mivel pozíció meghatározásra szolgál az eszköz, azt kell érzékelni, ha valamilyen irányú elmozdulás történt, valamint nem árt, ha bizonyos időközönként, akkor is történik jelzés, ha a pozíció nem változott, így egyértelműen meghatározható, hogy ténylegesen nincs térbeli mozgás és megfelelően működik a marker. Ha ez mind teljesül, akkor az idő többi része tölthető alacsony energiafelhasználással járó alvással, így biztosítva a lehető legnagyobb üzemidőt egy töltéssel.

2.1. Gombelemes verzió

A gombelmes a legkisebb és legköltséghatékonyabb verzió. Könnyen felszerelhető bármilyen kisebb eszközre is, ami ezután akár hetekig nyomon követhető marad, ezután pedig csupán egy egyszerű elemcserére van szüksége.

Képes adott időközönként levillogni az azonosítóját egy 2450-es gombelemmel kb 300000-340000 alkalommal, nagyjából 10-15m-es hatótáv mellett, ami azt jelenti, hogy ha:

- folyamatosan történik adás ~ 2 napig
- 0.5 percnként történik adás ~ 65 napig
- percnként történik adás ~90 napig
- 10 percnként történik adás ~140 napig

képes ellátni a feladatát.

Így látható, hogy nagy mértékben növelhető az üzemidő, ha tényleg csak akkor sugároz azonosítót, amikor pozíció változás történik. Ebben segít az eszközön elhelyezett vibrációs szenzor, ami mozgásra felébreszti az eszközt, hogy az képes legyen jelezni pozícióját annak ellenére, hogy még nem telt el szokásos periódusidő.

2.2. Akkumulátoros verzió

Az akkumulátoros verzió a tárolt energia mennyiségének növelésén túl, a fogyasztást is csökkenti és elemcsere nélkül biztosít töltési lehetőséget. Így képes töltés nélkül is akár hónapokig üzemelni, ami jóval kitolható, ha van lehetőség időközönként újratölteni őket. Beállítható egy küszöb az akkumulátor maximális töltöttségi szintjére, mivel a hagyományos Li-Ion akkumulátorok élettartama növelhető, ha hosszútávon nem 100%-on tárolják őket.

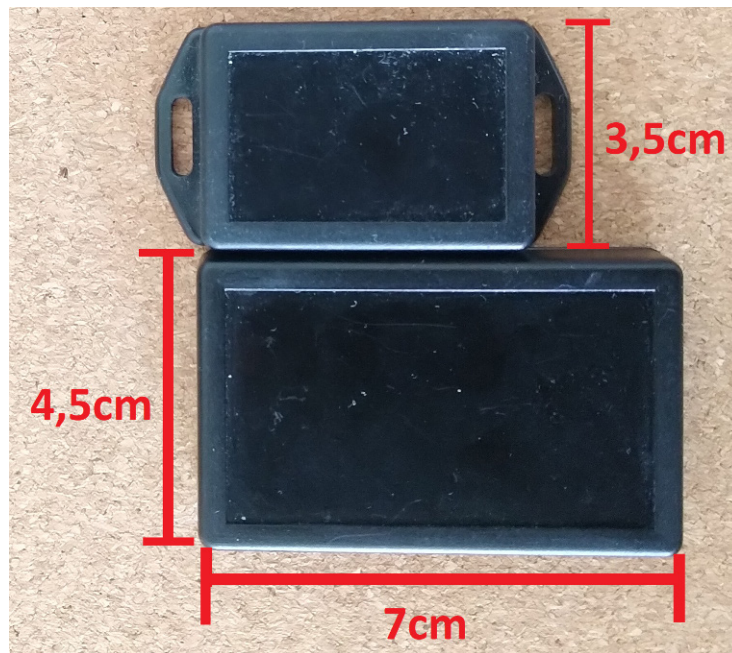
A kisebb fogyasztást speciálisan erre a célra tervezett hardver segíti, aminek segítségével minimális energiafelhasználás mellett képes az eszköz várni az ébredést kiváltó időzítést, illetve elmozdulást. Továbbá nagyobb terhelést elbír, mint a gombelem, így egy ilyen marker érzékelhető hatótávja is jelentősen nagyobb lehet.

Így kétszeresére növelt hatótávval (20-30m) egy akkumulátor töltéssel, ha:

- 0.5 percnként történik adás ~ 160 napig
- percnként történik adás ~225 napig
- 10 percnként történik adás ~350 napig

is képes lehet ellátni a feladatát.

Valamint természetesen a vibrációs szenzornak köszönhetően bármilyen elmozdulásra is leadja az azonosítót. Így semmilyen elmozdulás nem lesz figyelmen kívül hagyva és elegendő nagyobb periódusidővel jelezni, amikor éppen nincs elmozdulás.

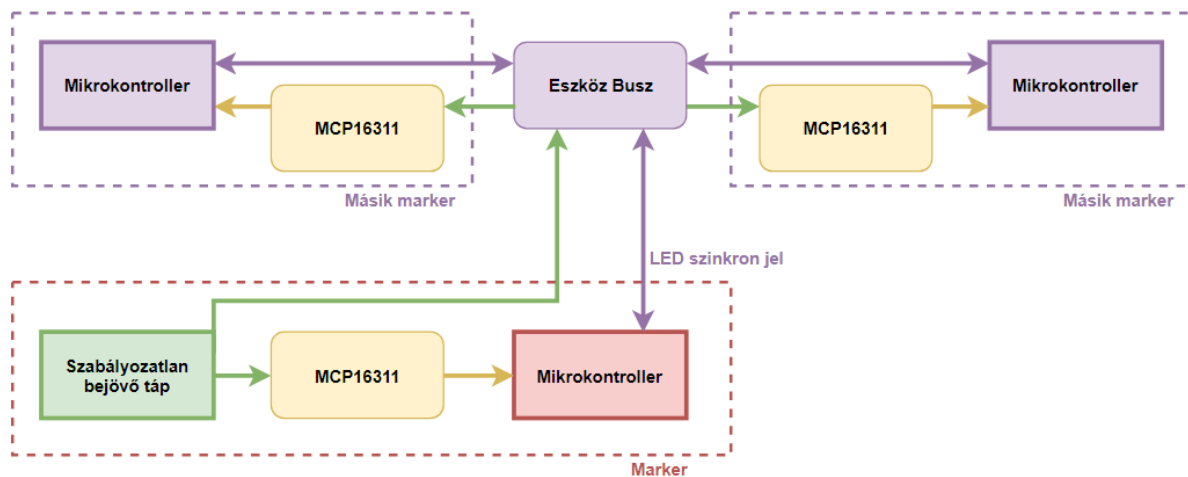


3. ábra: Felül gombelemes, alul akkumulátoros marker dobozok, kivágás nélkül

2.3. Külső táplálású verzió

A külső táplálású verzió egy kicsit speciális célokat szolgál. Képes lehet elvégezni a kalibrációs markerek feladatát, fix pozícióba helyezve adott területeket lehet vele megjelölni, valamint felhelyezhető saját energiaforrással rendelkező eszközökre, aminek szükséges lehet akár több oldalára is LED-eket erősíteni, hogy biztosan minden szögből lássa kamera. Ezutóbbi esetben elegendő egy ilyen eszköz.

Megvalósítható egy olyan alkalmazás is, ahol a kamerák mozognak és ilyen fixen elhelyezett markerek segítségével követik saját pozíciójukat a kalibráló eljárásnál is használt módszerekkel. Ebben nyújt segítséget az, hogy a külső táplálású eszközök összeköthetők és így képesek szinkronizáltan működni. Így nem csupán több marker tápellátása oldható meg egy tápforrással, de biztosított az is, hogy a kamerák mozgásuk során mindig egy időpontban lássák az egy kalibrációs objektumhoz (legalább 4 LED) kapcsolódó azonosítókat. Ha ez nem így történne, akkor előfordulhatna, hogy a mozgásból következően a kalibrációs objektumról alkotott kép torzul és így jelentős hiba kerülne a pozíció meghatározásba.



4. ábra: Külső táplálású markerek szinkronizálása

Mindezt az elérhető legnagyobb teljesítményen képes végrehajtani, hiszen nem korlátozza egy viszonylag kis energiahordozó kapacitása. Tehát akár alvás nélkül, folyamatosan is képes egy vagy több azonosítót sugározni több tíz méteres hatótávval.

2.4. E-papírral rendelkező verzió

A legtöbb funkcióval az e-papíros verzió rendelkezik, ugyanis ez nem csupán egy térbeli pozíciót segít meghatározni, hanem egyéb vizuális jelzésekkel is képes lehet felhívni a figyelmet a felmerülő problémákra, váratlan eseményekre.

Ebben segít az eszközön elhelyezett kijelzőn túl az infravörös tartományú vevő egység, amin keresztül képes üzeneteket fogadni a kameraegységektől. Adott, hogy a kameráknak közvetlen rálátásuk van a markerekre, hiszen így tudják detektálni azok pozícióját, ezért lehet képes szintén optikai úton visszafelé üzenni. Ezekkel az üzenetekkel vezérelhető az e-papíron kijelzett tartalom és a különböző színű LED-k villogása.

Ez a verzió gyakorlatilag az akkumulátoros változat kibővített funkcionalitással. Így az energiaigénye nyilván növekedett az alapverzióhoz képest. Viszont az e-papír segítségével bármikor képes jelezni az akkumulátor aktuális állapotát.



5. ábra: E-papírral rendelkező marker

Ezzel az eszközzel azonnal látszódik egy-egy folyamat elakadása, vagy eszköz meghibásodása, hiszen pontos információ nyerhető a probléma helyéről és ott hibaüzenet jeleníthető meg

Létezik háromszínű (piros, fekete, fehér) e-papír, aminek segítségével egyértelműen elkülöníthetők a hibaüzenetek (piros), valamint a normális működést segítő üzenetek (hova kell vinni, milyen fázisban vannak a követett alkatrészek).

Felhasználási példa folyamat

A kijelzővel rendelkező marker egy kommissiózási folyamathoz lett optimalizálva, aminek során egyéb mellett termék vonalkódokat és a saját azonosítóját szükséges megjelenítenie.

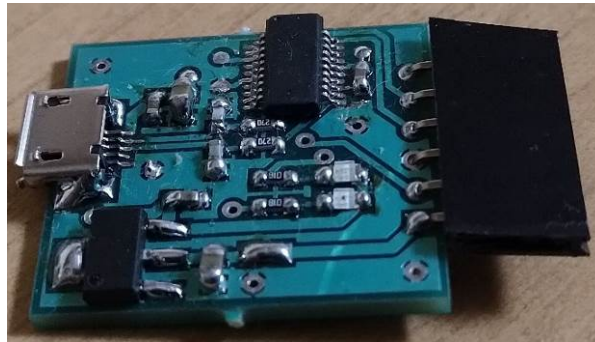
A folyamat során minden terméknek és minden markernek van egy-egy azonosítója, hogy össze lehessen párosítani őket, valamint minden dolgozónál van egy vonalkód olvasó.

Tegyük fel, hogy jön egy adag termék és egy doboz, amibe el kell azokat helyezni. Ekkor először le kell venni a polcra egy markert és rá kell szerelni az új dobozra. Ezután a marker megkapja parancsként a hozzá tartozó vonalkódot, amihez a dobozba való termék van rendelve.

Ezután, ha leolvasásra kerül egy termék vonalkódja a hozzá tartozó doboz elkezdhet villogni egy adott színnel, jelezve, hogy hová való. Majd miután belekerült a megfelelő tárolóba, az azon lévő marker vonalkódot leolvasva jelezhető a rendszer felé, hogy valami a helyére került, amit egy felettes rendszer számon tart. Ha egy dobozba megfelelő számú termék került, azt egy megkülönböztető villogással jelzi, ekkor az lezárható és továbbítható. Végül a hozzárendelt marker visszakerül a polcra majd később újra felhasználásra kerül.

Természetesen többféle termék esetén, több doboz jön és több különböző marker lesz felszerelve, hogy mindig az adott terméknek megfelelő tudjon villogni. Viszont valószínűleg több ember is dolgozik egyszerre a raktárban, ezért minden dolgozóhoz egy adott szín lenne rendelve az RGB LED segítségével.

2.5. Utility eszköz



6. ábra: Utility eszköz

Ez az eszköz azért jött létre, hogy a markerek kezelését megkönnyítse, költséghatékonyá tegye. Szüksége van ugyanis minden adónak egy azonosítóra, amit a kamera felismer és ezt célszerű könnyen módosíthatóvá tenni. Ezért a utility számítógépes csatlakoztatást tesz lehetővé micro USB csatlakozón keresztül. Így természetesen egyéb paraméterek beállítása is lehetséges pl. LED áram, periodikus ébredés ideje.

Konfigurációs kliens alkalmazás

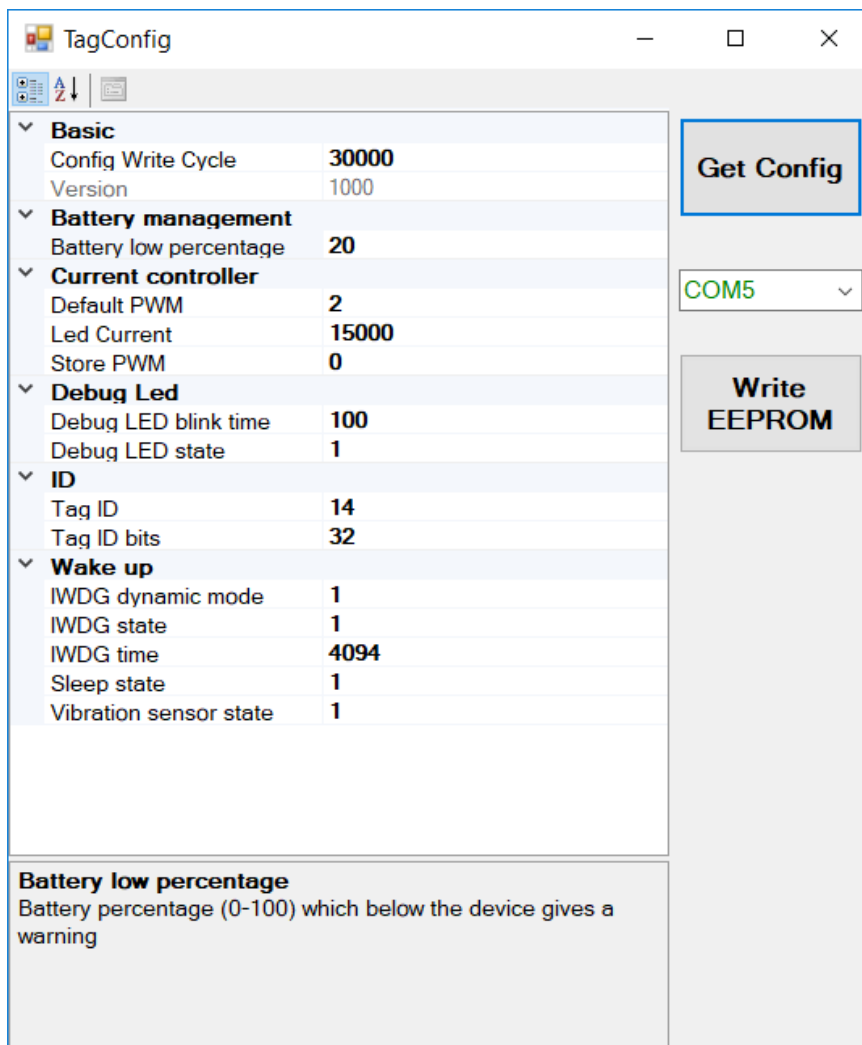
A utility eszköz segítségével lehetséges összekötni a markereket egy PC-vel USB kábelen keresztül, ahol egy kliens alkalmazást futtatva a működést befolyásoló paraméterek állíthatók be.

Fontosabb paraméterek, amiket jelenleg képes fogadni az eszköz:

- ID bitszáma
- ID értéke (korlátozza a bitszám)
- 4 külső ID bitszáma (Külső táplálású verzió)
- 4 külső ID értéke (Külső táplálású verzió)
- LED áram
- LED áram szabályzó kiinduló PWM kitöltési tényező
- Watchdog idő (befolyásolja a periodikus ébredést – Gombelemes verzió)
- Vibrációs szenzor ki/be kapcsolása (mozgásra ébredés)
- Akkumulátor töltöttség maximum (Akkumulátoros verzió)
- Alacsony akkumulátor töltöttség figyelmeztetés szint (Akkumulátoros verzió)

Ezekon kívül egyéb paraméterek is módosíthatók és a jövőben igény szerint bővíthet a lista.

Az alkalmazás egyszerű kezelőfelülettel rendelkezik, ahol egymás alatt felsorolva láthatók az adott markerrel kompatibilis paraméterek, mellettük néhány gombbal, amik a kezelést segítik.



7. ábra: Konfigurációs kliens alkalmazás

A működéshez először a legördülő listából kijelölve, vagy begépelve annak nevét, ki kell választani egy COM portot, amin keresztül csatlakoztatva van az adott marker. Ha ez sikeresen megtörtént, akkor az alkalmazás automatikusan lekérdezi a jelenleg beállított paramétereket. Ezek egyszerűen megváltoztathatók, csupán át kell írni a módosítani kívánt paraméter értékét és az automatikusan leküldésre kerül a markernek.

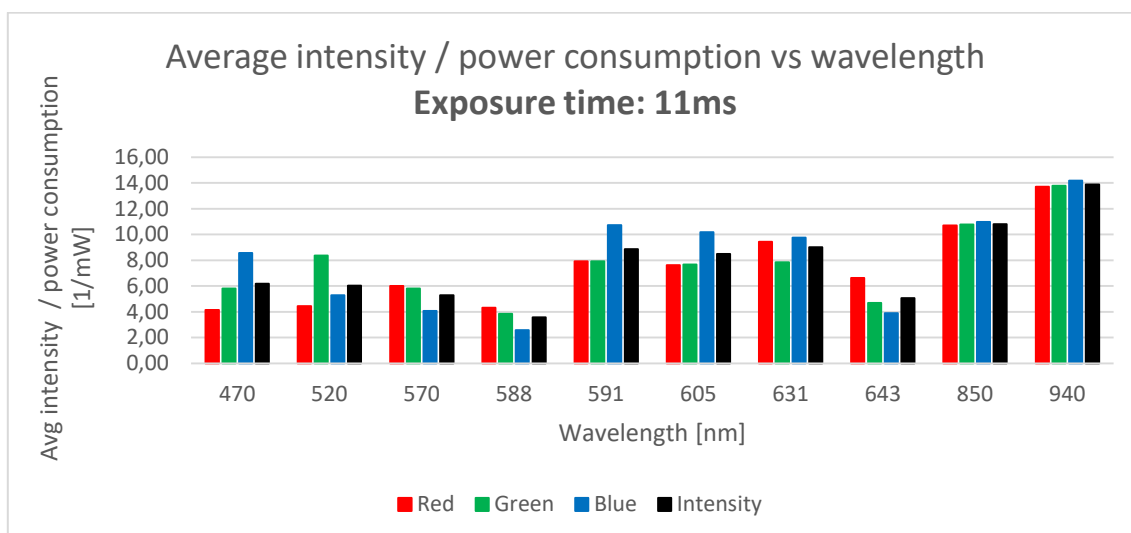
Ekkor pirossá változik a „Write EEPROM” gomb jelezve, hogy bár az adatfogadás sikeresen megtörtént az még nem íródott ki a nem felejtő memóriába. Megnyomva az említett gombot azonban az azonnal zöldre vált, jelezve, hogy már sikeresen el lett tárolva az információ. Azonban erre semmi szükség, ugyanis adott időközönként, illetve a következő elalvás előtt mindenképpen történik egy mentés, ha történt módosítás.

3. Mérések és stabilitás

A maximális stabilitás és hibatűrés érdekében minden azonosítóhoz tartoznak ellenőrző bitek, így elkerülve, hogy hibás mintavételek esetén egy nem létező vagy egy teljesen máshol elhelyezkedő marker azonosítója jelenjen meg ott, ahol nem lenne szabad. Továbbá mivel adott időközönként mindenképp történik azonosító sugárzás, így folyamatosan ellenőrizhető, hogy minden marker működik és nem merült le.

A rendszeres feszültség méréseknek köszönhetően pedig időben figyelmeztet a merülésben lévő marker, hogy elemcserére vagy töltésre van szüksége. Ez jelezhető magán az eszközön is LED-ekkel, valamint egy erre a célra lefoglalt azonosítóval a felettes rendszer is tájékoztatást kaphat róla.

A lehető legoptimálisabb energiafelhasználásért és stabilitásért olyan hullámhosszú LED-t alkalmaznak az eszközök, amit a lehető legérzékenyebbek a felhasznált kamerák. Így optimalizálva az adott teljesítményen elérhető hatótávot. Ráadásul a használt 940nm-es hullámhossz kellően messze van az emberi szem által érzékelhető tartománytól ahhoz, hogy teljesen láthatatlan legyen szabad szemmel.



8. ábra: Átlagos intenzitás / fogyasztás a hullámhossz szerint

4. Összefoglaló

Az optikai lokalizációs eljárás robusztus és minden környezetre rugalmas megoldást nyújt a raktárak és gyárak könnyed működésének elősegítéséhez. Az elkészült eszközök eredményesen továbbítják egyedi azonosítóikat a kamerák felé, így általuk követhetővé válhat objektumok egy széles spektruma. Ez megkönnyítheti a folyamatok és eszközök felügyelését, valamint karbantartását, amire egyre növekvő igény mutatkozik az iparban.

5. Hivatkozások

Mautz, Rainer: *Indoor positioning technologies*, <https://doi.org/10.3929/ethz-a-007313554>

Oleksii Kovalenko: *Building a Business Case for RTLS in Production using Lean Manufacturing Wastes*, <https://blog.indoorway.com/building-a-business-case-for-using-rtls-in-production-using-lean-manufacturing-wastes-12bd7146ae39>

Piotr Nowotarskia, Jerzy Paśławska, Maciej Skrzypczakb, Radosław Krygierb: *RTLS systems as a Lean Management tool for productivity improvement*, <https://www.iaarc.org/publications/fulltext/ISARC2017-Paper143.pdf>

A LOCTITE költséghatékony megoldásai az ipari szivattyúk javítása és felújítása területén – Hogyan kerülhetőek el az ipari szivattyúkatasztrófák? Hogyan érhető el a hosszú élettartamú működtetés?

Takács Lőrinc kiemelt ügyfélkapcsolati manager, Henkel Magyarország Kft.

1. Loctite® megoldások lehetőségei az ipari szivattyúk javításának területén

A tanulmány célja, hogy útmutatót adjon az ipari szivattyúk szervizelésével foglalkozó szakemberek számára, annak érdekében, hogy javítási munkájuk során növelni tudják a szivattyúk megbízható működésének a feltételeit, biztosítani tudják azok hosszú élettartamát és nem utolsósorban mindezt a karbantartási költségek alacsonyan tartása mellett ériék el.

Az ipar minden területén találkozhatunk a gyártási, kitermelési folyamatok során fluidumok mozgatásához alkalmazott szivattyú berendezésekkel, de ezen eszközök jelen vannak például a szennyvizek kezelésénél, ahol ráadásul a vízben lévő szilárdanyagok is terhelik az alkatrészek felületeit.

A legtöbb ipari szivattyú jelentős értéket képviselő berendezés és ezért fontos az élettartamuk megnövelése, megbízhatóságuk és működésük hatékonyságának biztosítása. A proaktív karbantartás csökkenti a meghibásodás kockázatát és növeli a megbízhatóságot és az élettartamot.

Sok szivattyúmeghibásodást olyan egyszerű, szükségtelen hiba okoz, mint a szorítóerő lecsökkenése két szerelvény között egy meglazult csavar következtében. Ez a meglazulás az illesztések hibájához vezethet és a csapágyak tönkremenetelét eredményezi. Mindamellettt igen gyakori, hogy az áramoltatott folyadék agresszív vegyi hatása, vagy a benne szállított részecskék koptató hatása, vagy akár a kavitáció által fellépő felületi hibák az, ami ellen meg kell védeni a szivattyú járókereket a házat és egyéb alkatrészeit. Megelőző lépésekkel kivédhetjük ezen meghibásodásokat.

A Loctite® termékek segítenek a gyakori meghibásodások megakadályozásában és megnövelik a termékek élettartamát az gyártói szektorban (OEM) világszerte. Ugyanezeket a technológiákat használják a karbantartással foglalkozó szakemberek.

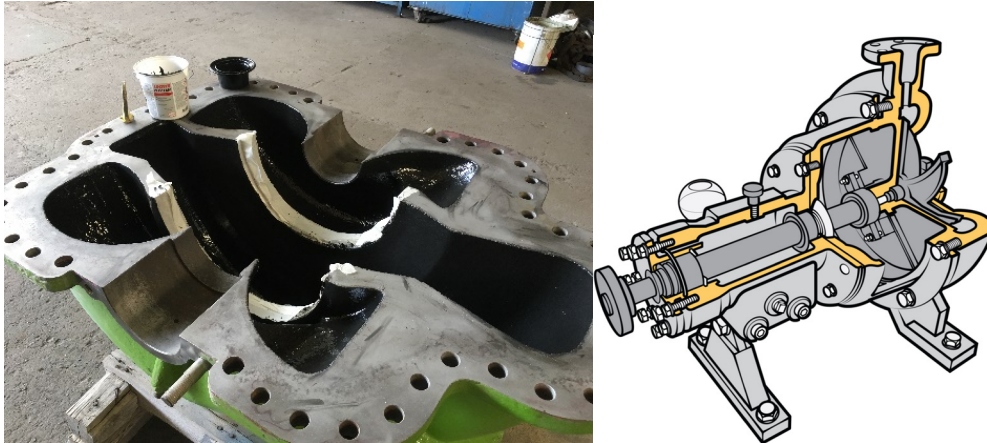
Különböző Loctite® technológiákat alkalmazhatunk a szivattyúk karbantartása során felmerülő szerelési lépéseknél:

- Összeszerelés
- Beüzemelés
- Javítás
- Megelőző karbantartás
- Szétszerelés

A Loctite® termékek használata a megelőző karbantartási programban:

- Megakadályozza mind a nagyobb, mind a kisebb gyakori meghibásodásokat

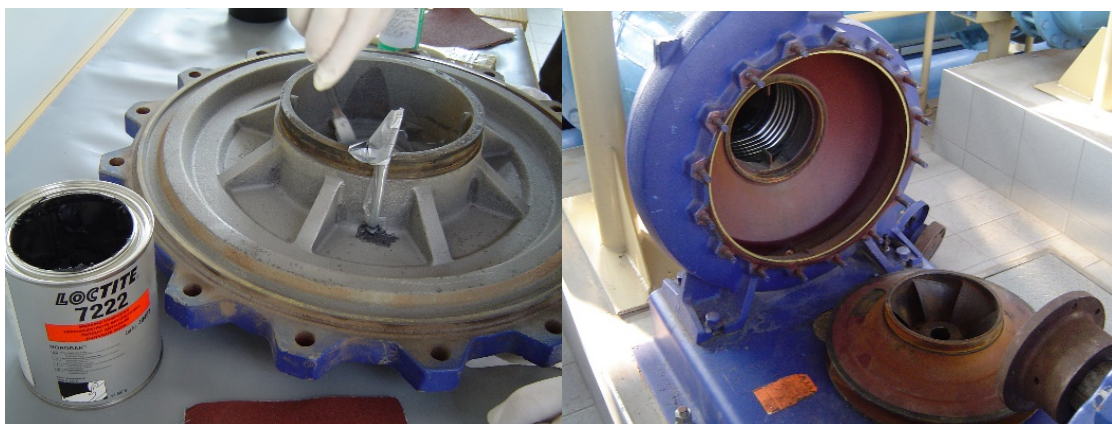
- Lehetővé teszi az alkatrészek újrahasznosítását és az alkatrészek cseréjének, illetve selejtezésének költségeit is
- Segít az alkatrészek szétszerelésben
- Segíti a megbízható működési feltételek biztosítását



1. ábra: A Loctite technológia a szivattyú számos pontján nyújt megoldásokat

A szivattyú összeszerelése során sok egyszerű lépés van, amelyek megtétele gyakorlatilag kiküszöböli a meghibásodásokat és megkönnyíti a jövőbeni szétszerelést. Bizonyítottan megbízható alkalmazásokat ismertetünk, a csapágyházon keresztül a teljes szivattyúszerkezeten át egészen a tengelykapcsolóig.

A javítások a szivattyú karbantartásának kritikus részei. A nehéz működési feltételek miatt a szivattyúalkatrészek kopásnak, korrózióknak és szivárgásnak vannak kitéve. A megelőző intézkedések mellett, a Loctite® termékek alkalmazása jól használható szivattyúalkatrészek felújításához. Az olyan megoldások, mint a leselejtezés és csere, vagy más javítási technológiák alkalmazása túl költséges lehet. A Loctite® termékek használata nagyon költséghatékony megoldás, mert a felhasználó biztos lehet a Henkel által biztosított karbantartási technológiák egyenletes minőségben és tulajdonságokban állnak a szakemberek rendelkezésére.



2. ábra: Kavitációs hibák javítása centrifugál szivattyú házon

A továbbiakban az ipari szivattyúk javítása során felmerülő folyamatokat vizsgáljuk meg és teszünk javaslatot azok orvoslására.

Az egyes karbantartási problémák és azok megoldásai a Loctite® vegyianyagokkal

2. Az olajszivárgás megakadályozása

Probléma

- Az öntvény az öntés során porózussá válhat
- Ez a porozitás olaj szivárgását eredményezheti

Megoldás

- Vonja be a csapágyház belsejét Loctite® PC 7221 kémiaileg ellenálló bevonattal a porozitás megszüntetése érdekében

vagy

- Az olyan alkatrészeknél, ahol ismertek a specifikus szivárgási pontok, használjon Loctite® 290 kapilláráktív anaerob csavarrögzítőt

Eredmények

- A szivárgásos olajvesztés megszüntetése
- Csökkentett olajfogyasztás
- Kevesebb szennyezés

Megjegyzés

Lehetőség van akár ÁNTSZ ivóvíz engedéllyel rendelkező bevonat alkalmazására is / Loctite® PC 7255 szórható bevonat.

3. A szivattyúház és a járókerék kopott részeinek felújítása

Probléma

- A szivattyúházak és a járókerekek abrazív közegek hatásának, kavitációnak és kémiai reakcióknak vannak kitéve. Ezek mindegyike erodálhatja a szivattyú belső részeit.
- A leggyakoribb kopásnak kitétt részek a belépőélek, kopógyűrű ülékek, a járókerék lapát csúcsai és a csigaház belseje
- A ház és a járókerék kopása jellemzően a következő 4 kategóriába esik:
 - Enyhe abrazív kopás, könnyű szuszpenziók szivattyúzásakor
 - Súlyos házkopás szilárd anyagok szivattyúzásánál, illetve kavitáció esetén

- Kémiai reakciók
- A járókerék és a ház egyes részeinek kopása

Megoldás

- Enyhe felületi kopás, illetve a ház és a járókerék kopott részeinek javítása. Használjon Loctite® EA 3478 Superior Metal fémjavító epoxit vagy Loctite® PC 7222 kopásálló gittet elkopott belépőélek, kopógyűrű ülékek, járókerék lapátcsúcsok vagy egyéb helyek javításához a házban. Vonja be a felületet Loctite® PC 7117 és 7228 ecsetelhető kerámiával!

vagy

- Vegyi reakciók okozta károk javítása védőbevonattal. Vonja be a házat és a járókereket Loctite® PC 7221 kémiaileg ellenálló bevonattal!

vagy

- A súlyos felületi kopások javítása a házban. Építse újra a házat Loctite® PC 7218, 7219, 7230, 7226 vagy 7229 kopásálló anyaggal!



3. ábra: A Loctite mérnökeinek szaktanácsadása akár a helyszínen

Eredmények

- Csökkent alkatrészkiadások a szivattyúházak megmentésével és élettartamuk megnövelésével
- A házak hatékony védelme a kémiai behatásokkal szemben
- A szivattyúk leghatékonyabb munkaponthoz közeli működésének biztosítása

Megjegyzés

Az alkalmazott Loctite® PC bevonatok nem csak a kémiai és fizikai behatásoktól védik az alkatrészeket, de a szivattyúk üzemelése során kialakított sima felületek jól mérhető elektromos energia megtakarítást is eredményeznek.

4. A kopott tengely felújítása

Probléma

- A tömítések okozta kopás a tengely felületén jellemzően az állandó nyomás és koptatás eredménye
- Idővel az olajtömítések (simmeringek) hornyokat marnak a tengelybe
- Az elégtelen vízkenés a tömítések felmelegedését okozhatja, amelynek következménye a tengely súlyos megkopása

Megoldás

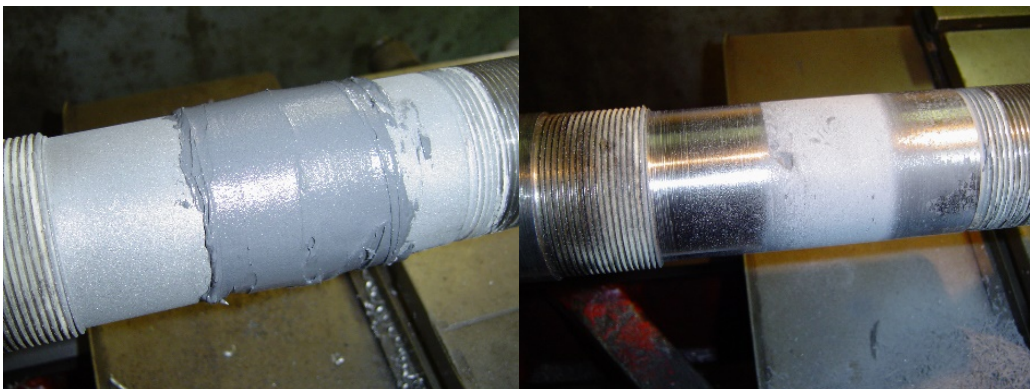
- Újítsa fel a tengelyeket a Loctite® 3478 Superior metal fémjavító epoxival
- A Loctite® EA 3478 Superior Metal egy nagy nyomószilárdságú ferroszilícium töltetű epoxi, amely nem rozsdásodik és fémmegmunkáló szerszámokkal megmunkálható

Eredmények

- Gyors visszaállítás az üzemszerű működésbe
- Alkatrész költségek csökkenése
- Megnövelt tengelyélettartam

Megjegyzés

Fontos tudni, hogy a Loctite® EA 3478 Superior Metal fémjavító epoxi kialakítandó rétegvastagságát a javítás során úgy kell megmunkálni, hogy a sugár irányban az epoxi 1,5 – 3 mm-es vastagsággal rendelkezzen, így érhető el a javítóanyag kellő mértékű tapadása és szilárdsága. Azonban tisztában kell lennünk azzal is, hogy az alkalmazás során a javító epoxi nem adja vissza a tengely eredeti szilárdsági tényezőjét, csupán annak geometriáját állítja helyre.



4. ábra: Tengely javítás Loctite EA 3478 fémjavító epoxival

5. A kiverődött reteshornyok javítása

Probléma

- A tengely rezgései és a külső erők befolyásolják a retesz stabilitását. Idővel ez az instabilitás a reteszhorony kiverődéséhez vezet

Megoldás

- Loctite® 660 Quick Metal termék használata egyenesen a reteszhoronyban
- A Loctite® 660 Quick Metal egy sűrű anaerob anyag nagy üregek kitöltésére 0,5 mm-ig
- A 0,5 mm-nél nagyobb üregek kitöltéséhez használja a Loctite® EA 3478 Superior Metal fémjavító epoxit

Eredmények

- Biztos illeszkedés a horonyban
- Az ismételt kiverődés megakadályozása

Megjegyzés

A Loctite® 660 Quick Metal alkalmazása akkor is előnyös, ha el akarjuk kerülni, hogy a beépítendő alkatrészek összeszerelésénél azok pontatlan méretei az üzemvitel során kiverődés eredőivé váljanak.

6. A külső alkatrészek korróziójának megakadályozása

Probléma

- A külső alkatrészek a magas hőmérsékletek, extrém hőmérsékletváltozások, vegyi anyagok és a nedvesség miatt korrodálódnak

Megoldás

- A Loctite® PC 7221 kémiai ellenálló bevonat alkalmazása
- Eredetileg bányászati berendezések kénsav elleni védelmére lett kifejlesztve
- Agresszív vegyi közegeknek kiválóan ellenálló bevonatokat ad a szivattyú különböző alkatrészein

Eredmények

- Megnövelt élettartam
- Alkatrész költségek csökkenése
- Megnövekedett megbízhatóság

Megjegyzés

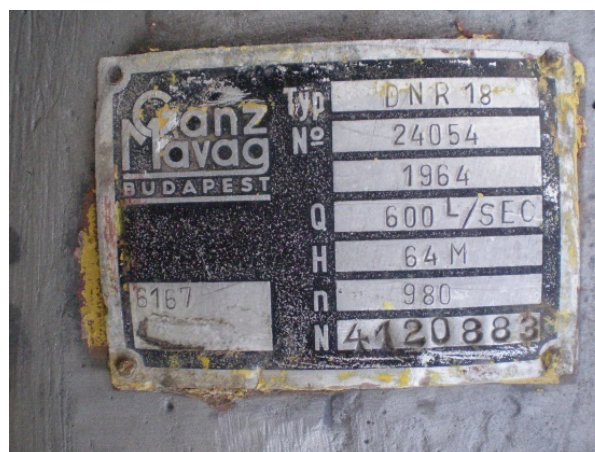
Fontos az alkalmazás során a felületelőkészítés szakszerű és alapos elvégzése, hogy bevonat kellőképpen tudjon tapadni a felületre.

7. Magyar esettanulmányok bemutatása

Ezekből az esettanulmányokból kirajzolódik, hogy milyen költséghatékony megoldásokat tud nyújtani a Henkel, ha például olyan problémával állunk szemben, hogy már megszűnt, nem elérhető a szivattyú gyártója és így a javítás ellehetetlenül, vagy éppenséggel a folyamatos nagy mérvű kopások miatt költségesen kell rendszeresen és gyakran komplett szivattyú berendezést cserélni.

7.1. Nagy teljesítményű szivattyú felújítása a Fővárosi Vízművek Zrt.-nél

A főváros ivóvízellátásában nagy jelentőséggel bírnak az olyan nagy teljesítményű átemelő szivattyúk, mint a példákban megjelenő Ganz DAN-450 kettősbeömlésű egyfokozatú csigaházas szivattyú, amelynek a gyártási éve 1964, teljesítménye 2 160 m³/h. Ezek a berendezések több mint 40 éve végzik feladatukat és a folyamatos szakszerű karbantartás mellett is eljött az ideje, egy nagyobb volumenű javításnak. A megnövekedett mennyiségű vízkormányzás a szivattyúk esetében is jelentős terhelést jelentet, ami hatására a optimális munkapontok eltolódtak és jelentős kopások jöttek létre a szivattyúházon, amit orvosolni kellett.



5. ábra: A Ganz DAN-450 típusú szivattyú adattáblája

Jelen esetben a legnagyobb problémát az eredeti gyártó megszűnése jelentette, hiszen így sem alkatrész, sem esetlegesen a komplett szivattyú nem elérhető már. Ezért a tervezett nagy javítást összekötötték egy korszerűsítéssel is. A költségek csökkentése okán nem egy teljesen új szivattyú letelepítésben gondolkoztak, hiszen annak nem csak az ára, de az eltérő beépítési méretei miatt a letelepítése is hatalmas kiadást jelentett volna, hanem egy kombinált megoldás felé hajlottak. A megoldás lényege, hogy a megváltozott terheléseknek jobban megfelelő új geometriájú járókerekek legyártatása mellett döntöttek, melyek beszerzését követően a problémát a szivattyúház kopásai is jelentették. Ekkor jött a Henkel segítség hiszen a Loctite® bevonat technológiája pont az ilyen esetekben tud hatékony és professzionális megoldást nyújtani.



6. ábra: A bevonat felhordása

A Loctite PC 7255 szórható kerámia töltetű bevonata adta meg a választ a kopásnak és kavitációnak ellenálló felület kialakítására. A termék a Vízmű kérésére ÁNTSZ engedélyeztetési eljárásán is átesett. Természetesen a ház elkopott geometriája, vagyis a kavitációs üregek is felújításra kerültek, melyek a Loctite® PC 7226 kerámia töltetű kompozit termék és a Loctite® EA 3478 Superior Metal fémjavító epoxival lettek elvégezve még a bevonat felhordása előtt.



7. ábra: A szivattyúház a javítás előtt



8. ábra: A felújított Ganz DAN-450 típusú szivattyú már a helyére beépítve

A felújított szivattyúk azóta is fáradhatatlanul szállítják a főváros ivóvizét problémamentesen és a bevonatnak köszönhetően alacsonyabb energia költségek mellett.

7.2. Papíripari szivattyú felújítása a Dunapack Zrt.-nél

Az alábbiakban a Dunapack Zrt.-nél üzemelő papír-pép szivattyú nagy javítása kerül ismertetésre, amelyet az üzemeltető, már a vashulladékok közé vetett.

A szivattyúk üzemeltetése során sokszor találkozunk olyan problémával, amikor a meghibásodásokat a szállított agresszív közegek vegyi és/vagy abrazív igénybevétele okozza. Az ilyen behatások estében a közeggel érintkező alkatrészek felületei nagyon gyors erózióját tapasztalhatjuk.

A Henkel bevonat technológiája, vagyis a Loctite® PC termékek rendszere komplett megoldást kínál az ilyen jellegű problémák megoldásában. Proaktív karbantartás formájában segít a megelőzésben, úgy, hogy a már teljesen elkopott és korábbi gyakorlatnak megfelelően kidobásra ítélt alkatrészeket helyreállítja, lehetővé válik azok újbóli üzembeállítása, ezzel elkerülhető a költségesen beszerezhető fődarabok cseréje

Esetünkben a szivattyú üzemelése során pépesített papírmasszát szállít, ahol a közeg vegyi anyag tartalma miatt saválló anyagból készült berendezést lehet alkalmazni. A szivattyú típusa: ANDRITZ 125/400 örvényszivattyú (szállítási teljesítménye 120 m³/h). Ezen kívül jelen van egy erős abrazív hatás is, amit a papírmasszában jelenlévő homok okoz. Ez a kettős üzemi hatás olyan fokú terhelést jelent a szivattyú alkatrészeire, hogy azok fődarabjait sűrűn kell cserélni, így például a házat évente, a járókereket pedig fel évente.

Jelen esetben a javítás az öntvényház megmentésére fókuszál a Loctite® PC technológia hatékonyságát kiaknázva.



9. ábra: A kopások a már kidobott szivattyúházon

Jól látható, hogy az erős abrazív koptató hatás következtében több helyen lyukadások keletkeztek a vastag öntvényházon mindössze egy éves üzemidő után. Az eddigi gyakorlat, azaz a cserealkatrész beszerzése nagyságrendileg 1,5 millió forintos karbantartási költséget jelentett évente. A Henkel megoldása ennek töredéke volt és ráadásul sokkal tartósabbnak is bizonyult, azaz az üzemelési időt megkétszerezte a javítás.

A javítás lépései:

- A felület elkészítése szemcseszórással, amelynek elvárt paraméterei: SA 2,5 felületi tisztaság és 75mikron felületi érdesség elérése.
- Majd rákerül az első alapozásnak is mondható Loctite® PC 7228 ecsetelhető, kerámiatöltetű bevonat.
- Mivel a ház falának geometriai helyreállítására is szükség van, így az a Loctite® PC 7226 kis szemcsével töltött kopásálló pasztával kerül kialakításra.
- Ezt követő lépés a szivattyú jobb hidraulikai tényezőjének elérése érdekében még egy réteg Loctite® PC 7228 bevonat felecsetelése, ami sima felületet biztosít az áramló közegnek.

Az ilyen típusú javítás 1, maximum 2 héten belül kivitelezhető a ki- és a beszerelést is beleértve, ami szintén a technológia hatékonysága mellett szól.



10. ábra: A javított felületek lépésenként

A beüzemelés után az üzemi tapasztalatok azt mutatták, hogy a javítás sikeres volt és a szivattyú a gyári paramétereknek megfelelően működik. A szivattyút bizonyos üzemelési ütemek szerint rendszeresen vizsgálják, ami alapján megállapítható, hogy mikor kell beavatkozni, azaz a kopások okán javítani a Loctite® PC bevonatokat. Ez egy bizonyos tapasztalási idő után jól tervezhető módon meghatározható anélkül, hogy szét kellene szedni a berendezést.

Összességében az látható, hogy az üzemnek a felújítás során harmadannyi karbantartási költség mellett, élettartam növekedést is eredményező javítást sikerült kiviteleznie. A fentiekén túl csökkent a javításra fordított idő, nem kell készleten tartani speciális költséges alkatrészekből, valamint jelentős állásidő is megtakarítható.

A fenti példák azt bizonyítják, mind a proaktív mind pedig a reaktív karbantartások fontos eszköze lehet a Henkel Loctite® PC technológiájának alkalmazása, amelynek szakszerű alkalmazásával jelentős időt és karbantartási költséget tudunk megtakarítani a folyamatos üzemvitel biztosítása mellett.