

# GÉPÉSZTECHNOLÓGIAI RENDSZEREK ÜZEMELLEN RZÉSI FOLYAMATAINAK OPTIMALIZÁLÁSA

## OPERATIONAL PROCESSES OPTIMIZATION OF TECHNOLOGICAL SYSTEMS

**FENYVESI Csaba**

Okleveles gépészmérnök, energiagazdálkodási-, reaktortechnikai szakmérnök  
Paksi Atomer m Zrt.,  
fenyvesic@npp.hu

**Kivonat:** Üzemeltetés során az üzemeltet személyzet ugyanazt a végeredményt különböző módokon el tudja érni. Az üzemeltett berendezéseknek, rendszereknek az üzemeltetési tartománya nagyon tág, aminek végeredményeképpen lehet optimálisan és attól eltér en is üzemeltetni. Az optimum meghatározása többnyire számszer síthet és közelít függvényekkel meghatározható. A legtöbb esetben azonban a nagyon bonyolult rendszerek optimuma egyértelm en nem határozható meg, ekkor egyszer bb hatékonysági mutatókkal lehet az optimumot keresni.

**Kulcsszavak:** üzemeltetési módszer; üzemellen rzés; optimalizálás

**Abstract:** During operation the operating staff can be achieved to the same outcome in different ways. The operated devices and the systems have a very wide operating range, which the optimum may outcomes and whether to operate differently. Determining of the optimum generally quantifiable and can be determined with proxy functions. In most cases, however, optimum of very complicated systems not be clearly identified, then may be easier to determine the optimum with efficiency ratios.

**Keywords:** operating methods, operational control, optimizationn

### 1. BEVEZETÉS

Üzemellen rzés során egy adott berendezést vagy technológiai rendszert az üzemeltet személyzet ellen riz, felügyel, szükség esetén beavatkozik (berendezést indít, leállít, terhelést változtat, üzemállapotot változtat, üzemzavart elhárít stb.), hogy a berendezés vagy technológiai rendszer a tervezési célt teljesítse. Az üzemellen rzés az üzemeltetési folyamat része, azon üzemeltetési folyamaté, amely a szakirodalom alapján több részfolyamatra bontható.

Rohács szerint az üzemeltetés a ő a légi járm létezési formáinak összessége, és minden olyan tevékenység, amelyet ezekben a létezési formákban végeznek. Ide tartozik a légi járm tárolása, szállítása, rendeltetésének megfelel használata, karbantartása, javítása, és e helyzetek bármelyikére való várakozása.ö [6]

Zvikli megfogalmazásában az üzemeltetést értelmezhetjük sz kebb és tágabb értelemben. Sz kebb értelemben az üzemeltetés ő a technikai eszközök rendeltetés szer használata í ö, míg tágabb értelemben a technikai eszközöknek az üzemeltetés nem más, mint ő el állításuk és selejtezésük között értelmezett összetett folyamatok lehetséges realizációi í ö. [5]

Pokorádi szerint ő ő egy technikai eszköz üzemeltetése az eszközzel, vagy annak valamely rendszerével, berendezésével annak gyártása és a kisejtezése között történtek összessége.ö [3]

Említett szerz k az üzemeltetést egységesen több, egymástól többé, kevésbé elkülöníthet részre osztják.

Ezen részek egyik nagy csoportja a használat a másik a fenntartás. A fenntartás további két

f részre osztható úgymint a karbantartásra és a javításra. A karbantartás fogalmát [7] szabványban leírtak szerint azon m szaki és adminisztratív tevékenységek együtteseként kell értelmezni, amelyek a karbantartott eszközt, terméket el írt funkciójának teljesítésére alkalmas állapotban tartás vagy ebbe az állapotba állítsák vissza. Javítás alatt a gépek, berendezések, m szaki állapotának helyreállítását kell érteni.

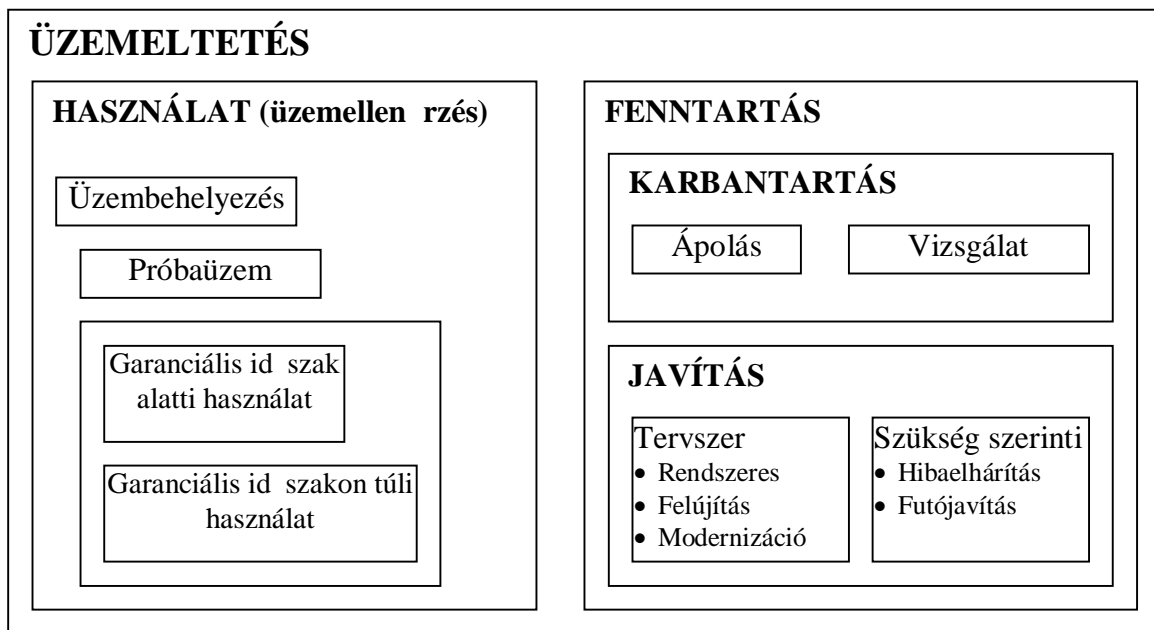
Az idézet szabvány szerint a karbantartás megelőző vagy javító jellegű lehet.

Megelőző karbantartást előre meghatározott időközönként, vagy előre megadott kritériumok alapján lehet elvégezni s ennek eredményeképpen a gép, berendezés, rendszer meghibásodási valószínűsége csökkeni fog.

Javító karbantartás a keletkezett hiba felismerése után végzett karbantartás, amelynek célja a meghibásodott gép, berendezés funkciójának visszaállítása.

*Pokorádi* megfogalmazásában írt a karbantartás és a javítás közötti különbség az elvégzendő munkák mennyiségében, minőségében és mélységében van. A karbantartás célja a megbízhatóság szinten tartása, míg a javítás célja a megbízhatósági szint helyreállítása. (Megbízhatósági szintnek azt a jellemző üzemi megbízhatósági mutatót kell tekinteni, amely a technikai eszköz tervezési és gyártási sajátosságainak figyelembevételével a kialakított üzemeltetési rendszerben elérhető.) [3]

Az 1. ábrán az üzemeltetés egyszerű sített blokkdiagramja látható [5] irodalom alapján.



1. ábra Üzemeltetés egyszerű sített blokkdiagramja [5]

Az 1. ábra alapján a használat (üzemeltetés) négy nagyobb egységre osztható: üzembehelyezésre, próbaüzemre, garanciális időszak alatti és azon túli használatra.

A gép vagy berendezés előállítása után, amelynek része a tervezés és gyártás, következik a telepítés. A telepítés folyamatának utolsó lépése a technikai eszköz felélesztése, amely az üzembehelyezési eljárással történik meg. Ez az utolsó lépés egyben az üzemeltetés kezdete is, ezért ez már az üzemeltetési folyamathoz értendő. Az üzembehelyezést a létesítésszervezet és az üzemeltetésszervezet együtt kell, hogy végezze, ezért lehet az üzembehelyezést az üzemeltetést legelső folyamatának tekinteni.

Az üzembehelyezés előtt az üzemviteli szervezetnek a telepített berendezéssel kapcsolatban a lehető legtöbb információval kell rendelkeznie, hogy az üzembehelyezés alatt

az esetleges nem megfelelő ségek (tervezési, gyártási, telepítési, ergonómiai, üzembe helyezési) felszínre kerüljenek és a normál használatot ne akadályozzák, a tervezési célnak megfelelő legyen. Optimális esetben ezért az üzemeltető személyzet oktatása és felkészítése az üzembe helyezés előtt történik meg, így az üzemeltető személyzet hasznos résztvevője lehet az üzembe helyezési eljárásnak.

A sikeres üzembe helyezést követően megkezdődik a próbaüzem, amely az adott gép, berendezés, rendszer kialakításától, bonyolultságától, funkciójától, környezeti körülményektől függően a pár órától akár az egy évig is eltarthat. Relatív hosszú (fél-egy éves) próbaüzemet, akkor célszerű tartani, ha a technikai eszköz vagy rendszer működésében alapvető szerepe van a külső környezetnek, ugyanis a környezeti körülmények változásának szimulációja meglehetősen nehézkes és sokkal meggyőzőbb a hosszú, valós körülmények között megvalósuló próbaüzem, mint egy szimulált környezetben végzett próbaüzem. Például egy légkondicionáló rendszernek télen, nyáron és átmeneti időszakban is tudnia kell a tervezési követelményeket teljesíteni. Hogy tényleg tudja-e a rendszer, arról csak úgy lehet meggyőződni, ha ki van próbálva téli, nyári és átmeneti időszakban is, és így lehet egy klímarendszer próbaüzeme akár több héttől kezdve, akár egy év is.

Az üzembe helyezés után, de már a próbaüzem alatt az üzemeltetést az üzemeltető szervezet végzi függetlenül a garanciális időszaktól. A garanciális időszak a felmerülő meghibásodások, üzemzavarok következményeinek és azok elhárításának, a normál üzemhez képest eltérő pénzügyi kiegészítési körülmények miatt számít külön folyamatnak.

A gépeket, berendezéseket vagy rendszereket a használat során az üzemeltető személyzet előre meghatározott rendszer szerint felügyeli, üzemelteti.

A felügyelet más szóval az üzemellenőrzés célja a technikai berendezés rendeltetésszerű üzemének ellenőrzése.

A szakmai gyakorlatban néha az 1. ábrától elrögzítve az üzemeltetés kifejezés nem tartalmazza a fenntartás fogalmát szóval megnevezett karbantartást, javítást. Ekkor az üzemeltetés a gépek, berendezések, rendszerek indítását, leállítását, terhelésváltoztatását, időszakos próbákat (retesz- és védelmi próbák) karbantartására való előkészítést, karbantartás utáni próbákat, karbantartásról történő üzembevételét, üzemzavar elhárítást tartalmaz. A technikai rendszer egyik állapotból a másikba jut, és ezen állapotokat üzemviteli tevékenységek kötik össze. Az üzemviteli tevékenységeket az üzemeltető személyzet valósítja meg, amely nyilvánvalóan következik, hogy az üzemeltetésnek szerves része az ember.

Az üzemviteli állapotváltozások szükségességét előre meghatározott ellenőrzési kritériumok, beavatkozási határértékek alapján az üzemeltető személyzet vagy maga a technikai rendszerbe épített automatika végzi, és hajtja végre a megfelelő beavatkozásokat. Például ha egy olajnyomás, olajhőmérséklet eléri egy bizonyos határértéket, akkor a beépített algoritmusnak megfelelően az automatika leállítja az adott berendezést a súlyosabb károsodás megelőzése érdekében. Ha az automatikus működés elmarad, akkor az üzemeltető személyzetnek ezt felismerve kell az elmaradt retesz- vagy védelmi működést pótolnia. Ahhoz viszont, hogy az üzemeltető személyzet a szükséges döntéseket meghozza, az adott üzemállapotról információval kell, hogy rendelkezzen. Az információnak könnyen feldolgozhatónak és döntést segítőnek kell lennie.

A gyors és hatékony döntéshozatalhoz az üzemeltető személyzetnek az üzemi információval kell rendelkeznie.

Az üzemi információk begyűjtése szervezett formában, különböző üzemviteli dokumentumokban előre meghatározott módon kell, hogy történjen. Csak így garantálható a minimális üzemeltetési hatékonyság és gazdaságosság.

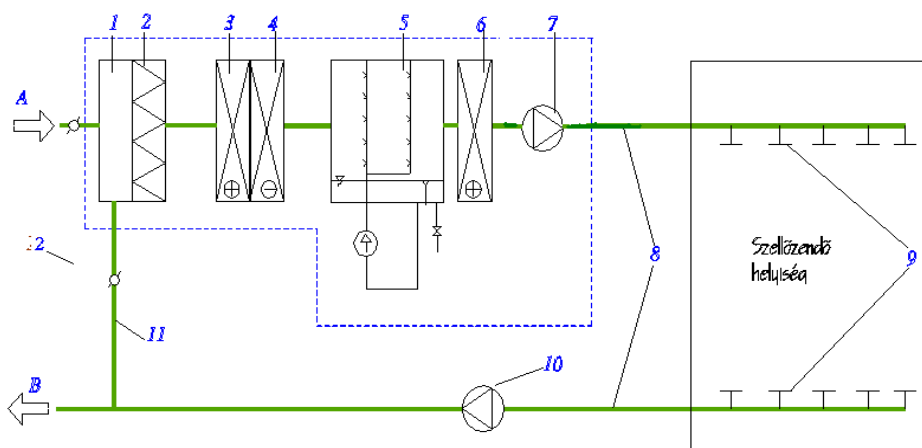
Az üzemviteli dokumentumokba rögzíteni kell:

- a rendszer (gép, berendezés) alapállapotát;
- a normál üzemi paramétereket és azok határértékeit;
- a normál üzemen belüli állapotokat (pl. leállítás, indítás, terhelésváltoztatás, üzemi próba stb.);
- a normál üzemtől való eltérés jellemzőit, kockázatait és a normál üzembe való visszatérés módjait;
- a lehetséges üzemzavarokat;
- az üzemzavarok kockázatait;
- az üzemzavarok kezelésének menetét;
- karbantartásra való előkészítést;
- karbantartás utáni üzembevetelét;
- a normál üzemtől eltérő ideiglenes állapot okát, kezelését;
- üzemellenőrzés módját, módszereit;
- üzemellenőrzés bejárású útvonalt;
- az ellenőrzési listákat, naplókat;
- a számítógépes adatgyűjtő rendszerek képernyőképeit, az archivált adatok listáját és megjelenítési formáit.

## 2. AZ ÜZEMELLENŐRZÉS CÉLJA, SZEREPE

A 2. ábrán egy gépészeti rendszer, egy klímaberendezés elvi felépítése látható. A klímarendszer feladata a szellőztetett helyiség légparamétereinek (hőmérséklet, relatív nedvességtartalom, széndioxid tartalom) megadott keretek közötti tartása.

Ehhez a feladathoz tartozik egy központi légkezelő berendezés a nyomóventilátorral, légcsatornák, befúvó és elszívó elemek (anemosztátok), elszívó ventilátor, légmennyiség szabályzó és kizáró zsaluk.



2. ábra: Klímarendszer elvi felépítése [8]

- |                           |   |
|---------------------------|---|
| 1 - keverő kamra;         | 7 - nyomó ventilátor;                         |
| 2 - levegő szűrő;         | 8 - légcsatornák;                             |
| 3 - hideg vízű kalorifer; | 9 - befúvó- és elszívó elemek;                |
| 4 - meleg vízű kalorifer; | 10 - elszívó (vagy recirkulációs) ventilátor; |
| 5 - párosító kamra;       | 11 - recirkulációs vezeték;                   |
| 6 - meleg vízű kalorifer; | 12 - zsaluk.                                  |

A központi légkezel berendezés feladata a küls leveg entalpiatartalmától függetlenül a tervezett helyiség légparaméterek biztosítása a lehető legkisebb energiafelhasználás mellett. Emiatt a légkezel egység képes a leveg h tésére, f tésére, szárítására, nedvesítésére, a frissleveg és a visszakevert (recirkuláltatott) leveg arányának és a ventilátorok által szállított légmennyiség megváltoztatására, a leveg sz részére.

A központi légkezel egység a feladatainak ellátáshoz küls rendszer által szolgáltatott hideg- és meleg energiát igényel továbbá a nedvesítéshez ivóvíz min ség vizet.

A fenti leírásból látszik, hogy egy klímarendszer meglehetősen összetett rendszer, a központi légkezel berendezés egyes elemei (kever kamra, légsz r , kaloriferek, mosókamra, nyomó ventilátor) jellemzően egy komplex egységként vannak szerelve. Az elszívó ventilátor is általában a központi légkezel közvetlen környezetében található, míg a szell ztetett (klímatisált) helyiség vagy helyiségek ezekt l jellemzően több tíz méter távolságra (de ez akár 100 m-s távolság is lehet).

A légkezel berendezés üzemellen rzéséhez a berendezések, rendszerek állapotát jellemző paraméterek, mint pl. nyomások, h mérsékletek, légmennyiségek, páratartalom, fordulatszámok, szabályozószelep állások, rezgések, csappantyú és zsalu álláshelyzetek, berendezések állapotjelzései, hibajelzések stb. rendelkezésre kell, hogy álljanak, hogy az üzemeltető személyzet min síteni tudja az adott üzemi állapotot. A rendelkezésre álló adatok alapján és azok elemzése alapján d l el, hogy szükséges-e beavatkozni a rendszer m kódésébe.

Az üzemellen rzés célja megfogalmazható úgy, hogy az nem más, mint az adott, üzemeltetett gép, berendezés vagy rendszer üzemi állapotáról

- a lehető legtöbb információ begy jtése;
- feldolgozása;
- és a feldolgozott adatok alapján a rendszer üzemének min sítése.

Optimális esetben az üzemeltető személyzet az üzemeltetett berendezésről, rendszerről folyamatosan információval rendelkezik. Pl. egy er m vezényl termében a személyzet folyamatosan ott tartózkodik és figyelemmel kíséri az er m vi folyamatokat, de egy repül gép vezetése is folyamatos felügyelettel valósul meg.

A folyamatos felügyelet azon komplex rendszerek esetében szükséges, ahol a berendezés vagy rendszerállapot változtatás komoly baleseti, környezetkárosító, gazdaságossági vagy egyéb kockázatokat rejt magában, annak ellenére, hogy ezen eseteket a lehető legjobb módon automatizálják. Az automatikus rendszerek egy el re definiált folyamatot sokkal pontosabban hajtanak végre, mint ahogy azt emberi beavatkozással lehet teljesíteni, de a váratlan helyzetek kezelésére, a nem el re definiált események pillanatnyi állapotának felméréséhez és a szükséges döntések meghozatalához az embert, mint kikerülhetetlen elemet egyelőre a tudomány jelenlegi állapota mellett nem lehet nélkülözni. A folyamatos emberi felügyelet jelentős többletköltséget eredményez az üzemeltetés során ezért csak ott szabad alkalmazni, ahol az üzemeltetési kockázatok gazdaságosan másképpen nem csökkenthetők.

A folyamatos ellen rzés pl. egy er m vi vezényl teremből, csak távfelügyelettel lehetséges, ami azt jelenti, hogy a vezénylői személyzet csak azt az információt látja és értékeli, amely a vezényl teremben megjelenik. A távfelügyelet így csak részleges információkat szolgáltat, ezért az ilyen jellegű ellen rzést mindig ki kell egészíteni a helyszíni üzemellen rzéssel, természetesen amennyiben ez lehetséges. Ha az adott berendezést, rendszert nem lehet megközelíteni, mert olyan veszélyes környezetben van pl. nagy a sugárterhelés, magas a h mérséklet stb., akkor a távfelügyeleti paramétereket kell úgy meghatározni, hogy azok alapján érdemi döntéseket lehessen hozni.

A helyszíni üzemellen rzés jellemzően ciklikus ellen rzés szokott lenni, mert az

üzemeltet személyzet általában nem tartózkodik az adott berendezés mellett folyamatosan. A 2. ábrán vázolt klímarendszer minden egyes eleme a rendszer kiterjedéséből következően nem ellenrizhet folyamatosan, az egyes elemeket (központi légkezelő, légcsatorna, anemosztátok stb.) csak időszakosan lehet ellenrizni.

Fentiek alapján az üzemellenrzés lehet folyamatos vagy időszakos (ciklikus) és szükség esetén eseti.

Az üzemellenrzés egy kockázatsökkentő tevékenység, de ennek feltétele a jól képzett személyzet és a jól meghatározott beavatkozási lehetőségek.

## **2.1 Üzemellenrzési információk meghatározása, begyjtése**

Az üzemellenrzés legelső lépése a lehető legpontosabb állapotfelmérés.

Az állapotfelmérés a megszerzhető összes üzemi paraméter, érték továbbá a helyszíni bejárás során tapasztalt egyéb szemrevételezett jellemzők begyjtését jelenti, mint pl. a berendezések hangja, szaga, rezgésállapota stb.

A begyjtött üzemeltetési információk számossága az ellenrzés fajtájától függ. A székevesebb néha több az üzemellenrzés során is érvényes kijelentés. Egy átlagos üzemviteli ellenrzés során nem szükséges az összes gyjtött adat feldolgozása és értelmezése, mert egyrészt elvonja az üzemeltet személyzet figyelmét a lényeges eseményekről, másrészt feldolgozhatatlanná teszi az üzemviteli információkat.

Az üzemellenrzés megtervezésekor csoportosítani kell a rendelkezésre álló üzemviteli paramétereket és adatokat az alábbiak szerint:

- létfontosságú paraméterek, amelyek a védelmi leállást okozhatnak;
- fontos paraméterek, amelyek nem okozzák a berendezés, vagy rendszer leállást, de eltérésük a normál üzemi állapot kezdeti meghibásodásra utalnak;
- diagnosztikai paraméterek, amelyek egy üzemzavar kivizsgáláshoz kellenek, de a normál üzemellenrzés során nincs jelentőségük, mert egy fed védelem védi a berendezést vagy rendszert.

A klímarendszert tekintve létfontosságú paraméterek lehetnek a villamos motorok feszültség és áramértékei, rezgési értékei, a hideg- vagy meleg energia rendelkezésre állása, frisslevegőszállás állása, helyiség légparaméterek (hőmérséklet, relatív nedvesség, széndioxid szint), beszívott levegő hőmérséklete, fontos paraméterek lehetnek a hideg- és melegenergia hőmérsékletei, nyomásai, az ivóvíz nyomása stb. és diagnosztikai paraméterek lehetnek pl. a szabályószelep állások, szabályószelep reakcióidősk stb.

Az üzemviteli személyzetnek elsősorban a létfontos és a fontos paraméterek ellenrzésére kell koncentrálnia. A kezelési és üzemzavar elhárítási utasításokat ezekre a paraméterekre kell alapozni, hogy az üzemviteli döntéseket a lehető leggyorsabban meg lehessen hozni.

Amennyiben kialakult egy üzemviteli esemény, amely döntési szituációt teremtett pl. a hőtöltvizes kalorifer szabályószelepe nem tartja a befűvési vagy teremhőmérsékletet, miközben kánikulai meleg van, az üzemviteli személyzetnek a helyzetet értékelni majd döntést kell hoznia a további üzemeltetést illetően. Át kell-e állni tartalék rendszerre, ha nincs tartalék rendszer, akkor érdemes-e átállni frisslevegős üzemmódra stb.? Miután a döntés megszületett és a rendszer üzembiztos állapotba került a hibafeltáráshoz és elhárításhoz fel lehet használni a diagnosztikai paramétereket is.

Az üzemi adatok begyjtését papír alapú adatlapok vagy valamilyen elektronikus adatgyjtő berendezés segítségével lehet elvégezni. Amennyiben a technikai eszköz/rendszer fel van szerelve elektronikus adatgyjtővel, archiváló és megjelenítő egységgel, akkor az

üzemeltet személyzet mentesül az adatrögzítés nehézkes feladatától és több időt tud fordítani az állapotelemzésre. Amennyiben elektronikus adatgyűjtés nem lehetséges, abban az esetben manuális adatrögzítéssel kell az adatokat rögzíteni papír vagy elektronikus formában. A manuális adatrögzítés rögzítési gyakorisága messze elmarad az elektronikus adatrögzítés lehetőségeitől, ezért mostani tervezések alkalmával célszerű kerülni.

## **2.2 Üzemellenrzési adatok feldolgozása**

Az üzemi adatok elemzésével, feldolgozásával a cél, hogy a normál üzemelteltől eltérő állapotok felderítésre kerüljenek, illetve az üzemeltett berendezések, rendszerek az üzemeltetési optimum üzemeljenek.

Ha a berendezés vagy rendszerszabályzó automatika biztosítja az optimális üzemeltetési állapotot, akkor a személyzet tevékenysége a tényleges és a megvalósult állapot összehasonlítására fókuszál. Ha az automatika nem képes az optimum beállítására, akkor a személyzet állítja be az optimális állapotot. Mindkét esetben az optimális állapot előre meghatározott és rögzített valamelyik üzemviteli dokumentumban, pl. egy kezelési utasításban.

A gyűjtött adatok feldolgozása, elemzése során ellenőrizni kell

- az adatok érvényességét;
- az adatok hitelességét;
- a határértéktől való távolságát;
- a korábbi értékekhez képesti változás mértékét, változási sebességét (trendelemzés).

Egy üzemi adat érvényes, ha az az adat kerül leolvasásra, amit a leolvasó személy szándékozik leolvasni. Például, ha a kaloriferre menő forróvíz hőmérsékletét kell leolvasni és feljegyezni, akkor nincs ez összekeverve a kaloriferrel elmenő forróvíz hőmérsékletével.

Hiteles az adat, ha az előbb példánál maradva a kaloriferre menő forróvíz hőmérsékletét mérő hőmérő a valós értéket mutatja, és nem hibásodott el. Ennek eldöntése kell szakmai gyakorlattal megbízható módon végrehajtható, és ennek az eldöntéséhez természetesen hozzájárul a beírt adat trendelemzése és határértéktől való távolsága is.

A trendelemzésről érdemes külön említést tenni, mert a legérzékenyebb üzemellenrzési mód a trendelemzés. Trendelemzéssel még a határérték túllépések előtt észre lehet venni a kezdődő meghibásodásokat, így komolyabb leállásokat vagy meghibásodásokat lehet megelőzni. Egy hátránya van, hogy nagy szakmai tapasztalatot igényel. Megalapozott trendelemzéshez alaposan ismerni kell a teljes rendszer és az egyes elemek felépítését, működését, a rendszerben zajló fizikai, kémiai folyamatokat, a diagramok elemzésének alapvető módszereit, a rendszer- és berendezésszint-ok-okozati összefüggéseket.

## **2.3 Üzemi adatok minősítése**

Az üzemellenrzés során begyűjtött és feldolgozott adatok végleges célja az üzemeltett berendezés vagy rendszer állapotának minősítése. A feldolgozott adatok elemzését minden esetben minősítéssel kell zárni.

A minősítéssel kerül megállapításra, hogy szükséges-e valamiféle beavatkozás a gép, berendezés, rendszer működésébe vagy nem.

### 3. ÜZEMELLEN RZÉS FOLYAMAT OPTIMALIZÁLÁSA

Az üzemellen rzési folyamat optimalizáláshoz az üzemellen rzési folyamatot mérhet vé kell tenni, majd a mérési eredmények alapján hatékonysági mutatókat kell képezni.

Az üzemellen rzés az el z bekezdésekben alapvet en az üzemi adatok elemzésére korlátozódott, azonban ha az üzemellen rzést a lehet legszélesebb módon értelmezzük, akkor abba az alábbi ellen rzend szempontok is beletartoznak:

- területi rend ellen rzése;
- munkavédelmi állapot, munkavédelmi hiányosságok ellen rzése;
- t zvédelmi állapot, t zvédelmi hiányosságok ellen rzése;
- üzemviteli dokumentáció állapota, érvényességének ellen rzése;
- helyszíni jelölések állapotának ellen rzése;
- berendezések, technológiai épületek, helyiségek állapotának ellen rzése;
- meghibásodott berendezések, meghibásodások jelölésének ellen rzése;
- munkavállalói magatartás ellen rzése.

A hatékonysági mutatók képzésével az üzemeltetés optimumát szándékozunk megtalálni. Az üzemeltetési optimum végeredményét tekintve egy gazdasági optimum, mert a végcél tulajdonképpen nem más, mint a technikai rendszer gazdaságos üzemeltetése a küls és bels kockázatok minimalizálása mellett.

Üzemellen rzési hatékonysági mutatók lehetnek az alábbiak:

- valamennyi pl. 1000 üzemórára vetített berendezés/rendszerkiesések száma;
- beavatkozás mentes üzemórák száma;
- tervezett és tényleges napi/heti ellen rzések aránya;
- egy ellen rzés során felderített eltérések, hibák száma;
- felderített eltérések száma adott id szakra vonatkoztatva;
- bekövetkeztetett hibák súlyosságának mértéke;
- megel zött hibák súlyosságának mértéke;
- majdnem üzemzavarok száma adott id szakra vonatkoztatva;
- emberi mulasztás miatti üzemzavarok száma adott id szakra vonatkoztatva;
- félrekezelés miatti üzemzavarok száma adott id szakra vonatkoztatva;
- üzemviteli dokumentációs hibák száma adott id szakra vonatkoztatva;
- tartalék rendszerek rendelkezésre állása;
- üzemi rendszerek rendelkezésre állása stb.

Az üzemellen rzési hatékonysági mutatók alkalmasak arra, hogy különböz üzemeltetési módszerek összehasonlíthatóak legyenek egymással.

[6] szerint üzemeltetési módszerek az alábbiak szerint oszthatók fel:

- üzemeltetés a meghibásodások bekövetkeztéig;
- kötött üzemid szerinti üzemeltetés;
- megbízhatósági szint szerinti üzemeltetés;
- folyamatosan ellen rzött m szaki jellemz k szerinti üzemeltetés;
- szakaszosan, id szakonként ellen rzött (diagnosztizált) m szaki jellemz k szerinti üzemeltetés.

A fent említett üzemellen rzési hatékonysági mutatók közül mindig az adott üzemeltetett gép, berendezés vagy rendszer sajátos tulajdonságaihoz kell igazítani. Egyszerre az összes



hatékonysági mutató optimalizálása nem lehetséges, mivel az optimumok nem biztos, hogy egybe esnek illetve lehet, hogy nem is értelmezhet az a hatékonysági mutató. Ezért a kit zött üzemeltetési célnak és az üzemeltetési logikának megfelel hangsúlyos üzemeltetési hatékonysági mutatókat kell csak figyelembe venni és ez alapján meghatározni az optimális üzemeltetési módszert.

#### 4. ÖSSZEGZÉS

Jelen cikkben ismertettem az üzemeltetés szakirodalmi megközelítését és azon belül a használat (üzemellen rzés) helyét, célját. Az üzemellen rzés a sz ken vett üzemeltetésnek a része konkrétan, amikor és ahogy az üzemeltet személyzet ellen rzi, felügyeli az általa üzemeltetett gépet, berendezést, rendszert. Az üzemellen rzés hatékonysága sok tényez t l függ, komplex rendszerek esetén az optimum keresése modellezési problémákat vet fel. Ezért a teljes rendszer optimumának közelítése hatékonysági mutatók segítségével oldható meg.

A hatékonysági mutatók összehasonlíthatóvá teszik az egyes üzemeltetési módszereket, amelyek alapvet en meghatározzák az üzemellen rzések módjait is.

A megfelel üzemeltetési módszer kidolgozása egy gépészeti rendszer, mint a példának vett klímarendszer esetén további vizsgálatok tárgyát képezi és ezen túlmen en a végcél egy teljes villamos er m vi üzemviteli üzemellen rzésnek a modellezése és optimalizálása.

#### 5. FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] **Gaál, Zoltán, Kovács, Zoltán:** Megbízhatóság, karbantartás, Veszprémi Egyetemi Kiadó, 1999
- [2] **Kövesi, János, Erdei, János, Tóth, Zsuzsanna Eszter:** Gazdasági, megbízhatósági elemzések, Oktatási segédanyag a gazdálkodási szakos kiegészít közgazdász képzés számára, Budapest, 2008
- [3] **Pokorádi, László:** Karbantartás elmélet, Elektronikus tansegédlet, Debrecen, 2002
- [4] **Pokorádi, László:** Rendszerek és folyamatok modellezése, Campus Kiadó, Debrecen 2008
- [5] **Zvikli, Sándor:** Rendszerelemzés I., Gy r, 2009
- [6] **Rohács József, Simon István:** Repül gépek és helikopterek üzemeltetési zsebkönyve, M szaki Könyvkiadó, Budapest, 1989
- [7] MSZ óIEC 50/191/:1992
- [8] **Fenyvesi, Csaba:** Szell z rendszerek, Paks, 1998, Paksi Atomer m oktatási jegyzet