

DÍZELGENERÁTOR ÜZEMELLENŐRZÉS MINŐSÉGÉNEK JAVÍTÁSI LEHETŐSÉGEI [⊗]

DIESELGENERATOR OPERATIONAL MONITORING OF QUALITY IMPROVEMENT OPPORTUNITIES

FENYVESI, Csaba

*Okleveles gépészmérnök, energiagazdálkodási-, reaktortechikai szakmérnök
Paksi Atomerőmű Zrt.,
Paks, Pf 71.
fenyvesic@npp.hu*

Kivonat: *Technikai rendszerek megbízhatósága a XX. és XXI. század robbanásszerű műszaki fejlődésének következtében nagyságrendeket javult és javul jelenleg is. Ennek jeleit a mindennapi életben is nap, mint nap megérezzük, hiszen mindennapi életünknek használati tárgyai is egyre bonyolultabbak, de mindezek ellenére egyre nagyobb megbízhatósággal rendelkeznek. Evvel szemben az emberi megbízhatóság szinte semmit nem változott, nem látható ugrásszerű javulás az emberi hibák megjelenési formáit és számosságukat tekintve. Egy jól megtervezett üzemeltetési folyamatban az ember a gyenge láncszem, de mivel a technikai rendszerek megbízhatósága nem 100%, így mindenképpen szükség van valamilyen szintű emberi közreműködésre. A cikk célja, hogy megvizsgálja az emberi közreműködés hatását a technikai rendszerek megbízhatóságára egy példán keresztül.*

Kulcsszavak: *műszaki biztonság; üzemellenőrzés; emberi megbízhatóság*

Abstract: *Reliability of technical systems in the XX. and XXI. century, due to the explosive development magnitude improved and they are still improving. These things we live every day of everyday life, because objects of every day of our lives are becoming increasingly complex belongings, but in spite of increasing reliability. In contrast, human reliability, almost nothing has changed, is not a quantum leap in the manifestations of human error and lot of terms. In a well-planned operation process the weak link is the man, but as the systems reliability is not 100%, so it is necessary to have some level of human intervention. The article aims to examine the impact of human intervention in the systems reliability through an example.*

Keywords: *technical safety, operational controls, human reliability*

1. BEVEZETÉS

Gépek, berendezések, technikai rendszerek üzemeltetése során az üzemeltető szervezet feladata, hogy az elvárható tisztesség mellett a rábízott technológiát az előírásoknak megfelelően, a jó gazda szemléletet magáévá téve a fogyasztói igényeket a lehető legnagyobb hatékonysággal kielégítse.

Hogy pontosan ez mit is jelent a mindennapokban ezt próbálja meg jelen cikk körbejárni és egyféle módon megközelíteni.

Az üzemeltetésnek, mint fogalomnak a sokrétűsége és gyűjtőfogalma miatt meghatározása is szerteágazó.

Pokorádi szerint az üzemeltetés „... a technikai eszközök használatának, különböző szintű kiszolgálásának és javításának összetett folyamata...egy technikai eszköz üzemeltetése az eszközzel, vagy annak valamely rendszerével, berendezésével a gyártás és a kiselejtezés között történtek összessége ... ahol az üzemeltetés célja a technikai eszköz műszaki állapotának és a működés biztonságának fenntartása, valamint az üzemeltetés tárgyának rendeltetésszerű felhasználásának

[⊗] Szaklektorált cikk. Leadva: 2013. január 15., Elfogadva: 2013. március 4.

Reviewed paper. Submitted: 15. January 2012. Accepted: 4. March 2013.

Lektorálta: prof.dr. POKORÁDI László / Reviewed by prof.dr. László POKORÁDI

biztosítása.” [3]. Zvikli megfogalmazásában is az üzemeltetés hasonlóan definiálható „Szűkebb értelmezés szerint az üzemeltetés fogalma a technikai eszközök rendeltetésszerű használatára korlátozódik. Tágabb értelemben a technikai eszközök üzemeltetését előállításuk és selejtezésük között értelmezett összetett folyamatok lehetséges realizációiként fogalmazhatjuk meg.” [5].

Ezek alapján az üzemeltetés fogalmába szinte minden folyamat beleérthető, amely egy adott műszaki termék megjelenésétől a megsemmisítésig vagy újrafelhasználásig tart. A továbbiakban e szélesen értelmezett üzemeltetésnek azon részét vizsgáljuk meg, amely valamely technikai berendezés használatát jelenti.

Tanulmányunkban a vizsgálat tárgya egy biztonsági dízelgenerátor, melyet az 1. ábra szemléltet.



1. ábra Fairbanks-Morse dízelgenerátor telep
(forrás: <http://www.flickr.com/photos/55167823@N07/7199057752/>)

A dízelgenerátor feladata, hogy villamos energiát szolgáltatson olyan esetekben, amikor egy adott fogyasztói kör villamos energia ellátása nem biztosított az országos hálózatról. A hálózat valamilyen üzemzavara vagy a betáplálási rendszer valamely elemének meghibásodása következtében megszűnik a fogyasztói kör villamos energia ellátása. A fogyasztói kör ebben az esetben olyan villamos fogyasztókat tartalmaz, amelyek nem viselik el a tartós energiahiányt. Ilyen fogyasztók lehetnek egy kórház betegellátását biztosító berendezések köre, számítógépes központok, ipari (vegyszeti, erőművi) technológiák, gyártósori technológiák, repülőtéri kiszolgáló technológiák stb. Ezeknek a technológiáknak közös tulajdonságuk, hogy még nagyon rövid ideig sem viselik el a villamos energia hiányt, mert egy hirtelen energiahiány miatti leállás emberéleteket veszélyeztetne, vagy gazdasági kárt okozna.

Mérlegelve a villamos energia betáplálás megszűnése miatti veszteségeket és károkat sok esetben ki kell építeni egy vészüzemi, villamos betáplálási rendszert. Ez a rendszer egyszerűbb esetben akár egy akkumulátoros betáplálás is lehet, de amennyiben a kiesés időtartama és a fogyasztói kör energiaigénye nagy, abban az esetben célszerű valamilyen belsőégésű motorral meghajtott generátorra bízni a vészüzemi ellátást.

Jellemzően ezek a berendezések dízelmotor meghajtásúak, mert a dízelmotor indíthatósága, üzemeltethetősége, karbantartása általában a többi belsőégésű erőgéppel szemben előnyösebb.

Egy dízelgenerátor üzemeltetésének alapjai a tervezőasztalon születnek meg. A tervek alapvetően

befolyásolják a tényleges üzemeltetés minőségét, hatékonyságát. Fontos, hogy evvel a későbbi üzemeltető személyzet is tisztában legyen, és ezáltal csak azt várja el a berendezéstől, rendszertől, amire az tervezve, méretezve van.

Gondoljuk át a következőkben, hogy milyen szempontok alapján lehet egy dízelgenerátor egység alaptervét megalapozni. Az alábbi kérdésekre (melyek nem teljeselek) válaszolva célszerű a kiválasztást megkezdni:

- Milyen környezeti feltételek mellett fog üzemelni a gépegység?
- Milyen minimális és a maximális környezeti hőmérséklet között fog üzemelni a berendezés?
- Milyen lesz a beszívott levegő minimális és maximális hőmérséklete, páratartalma?
- Milyen lesz a végső hőelvonó (levegő vagy víz) minimális és maximális hőmérséklete?
- Milyenek legyenek a kiadott villamos energia paraméterei? Feszültség, frekvencia, teljesítmény?
- Milyenek legyenek a dinamikus szabályozási paraméterek? Terhelésváltoztatás utáni lengési paraméterek, fordulatszám változási maximumok stb.
- Milyen lesz az indulás utáni terhelésvételi módszer? Mi alapján fognak az egyes fogyasztók a dízelgenerátorra csatlakozni?
- Mennyi ideig maradhat ki a villamos energia ellátás? Mennyi idő alatt kell a dízelgenerátornak terhelhető állapotba kerülnie?
- Hogyan próbálható le majd a dízelgenerátor?
- Mi a dízelgenerátor alapvető üzemállapota? Készenléti állapot vagy üzemelő állapot?
- Milyen ellenőrző és vezérlőrendszer felügyelje a dízelgenerátort?
- Milyen jelekre induljon el a dízelgenerátor?
- Milyen módon legyen leállítható?
- Mennyi ideig üzemeljen?
- Milyen megbízhatósággal rendelkezzen készenléti és üzemelő állapotban?
- Milyen módon lehessen karbantartani?

Ezen kérdésekre a válaszokat megadva lehet az optimális berendezést, rendszert kiválasztani, megtervezni. A rendszer megépítése után kerül át az üzemeltető kezébe a rendszer, akinek nincs más feladat „csak” üzemeltetni a rendszert, lehetőleg a legoptimálisabban. Az optimum megtalálása belső és külső feltételek függvénye, melynek megtalálásához meg kell fogalmazni az optimalizálandó célt (vagy célfüggvényt) és fel kell mérni az azt befolyásoló belső és külső tényezőket.

Dízelgenerátor esetében a cél az lehet, hogy az indítójel kialakulása esetén a motor a meghatározott időn belül induljon el, a terheléseket felvegye, úgy, hogy az az üzemben maradási veszélyeztesse (a terhelésvételkor a frekvencia, feszültség és áram értékek ne változzanak olyan mértékben, ami a generátor védelmi értékeit meghaladja) és egy megadott időszakon keresztül leadja a megfelelő villamos teljesítményt, a hálózati paraméterek (frekvencia, feszültség) határértéken belüli tartása mellett.

Ahhoz, hogy egy dízelgenerátor ezt a bonyolult folyamatot előírászerűen teljesítse szükséges a jó tervezés majd a jó üzemeltetés.

De hogyan fogalmazható meg ebben az esetben, hogy mi a jó üzemeltetési módszer, mi a jó üzemeltetési folyamat?

Hogy erre választ kaphassunk nézzük tovább hogyan is üzemel egy ilyen dízelgenerátor.

A további elemzéshez pontosítsuk azt, hogy a dízelgenerátornak 20 másodpercen belül terhelhetőnek kell lennie és a maximális leadott villamos teljesítménye 1100 kW kell, hogy legyen.

A gyors indítási feltétel, a dízelmotor hosszú távú üzemeltethetősége érdekében megköveteli a dízelmotor melegen tartott állapotát, azaz a motornak majdnem olyan melegnek kell lennie indulás előtt, mintha épp akkor állt volna le. Nagyteljesítményű dízelmotoroknál további indítási feltétel a motor kenőolajjal előkent állapota, amivel elkerülhető a nagyméretű főtengely és hajtókar csapágyak idő előtti elhasználódása.

Ezek alapján megállapítható, hogy igen nagy az elvárás a dízel gépegységgel szemben. Az, hogy bármikor indítható és terhelhető legyen és utána megadott ideig ki is tudja szolgálni a fogyasztókat az mind a tervezőket, mind az üzemeltetőket komoly kihívás elé állítja.

Nézzük meg a továbbiakban, hogy az üzemeltető személyzet milyen problémákkal találkozik az üzemeltetés során.

De mit is jelent egy ilyen dízelgenerátornak az üzemeltetése? Tegyük fel, hogy a dízelgenerátor idejének nagy részét melegentartott, előkent, készenléti állapotban tölti és csak üzemzavarok esetén illetve az ellenőrzési próbák során indul el. Az ellenőrzési próbák egyrészt az üzemkésztség igazolására, másrészt a dízelmotor „megmozgatására”, járatására szolgálnak.

Ebben az esetben az üzemeltető szervezet feladata, az üzemeltetés célja, hogy a dízelgenerátort és segédrendszereit olyan állapotban tartsa, hogy a fenti kritériumoknak megfeleljen.

Az üzemeltető szervezetnek tisztában kell lennie az adott technológia tervezési elveivel, korlátaival, műszerezettségével, információkinyerési lehetőségeivel, mert csak ezek alapján lehet egy olyan üzemeltetői módszert kialakítani, amivel az adott célt optimálisan el lehet érni.

Ez tulajdonképpen nem jelent mást, mint, hogy fel kell mérni azokat a kockázatokat, amelyek befolyásolhatják az adott rendszer üzemképességét.

Induljunk ki abból az állapotból, hogy adott a rendszer és adott az üzemeltető szervezet és a továbbiakban ennek felülvizsgálatát végezzük el. Ez azt jelenti, hogy az üzemeltető szervezet emberi állománya, munkakultúrája, mentalitása, ellenőrzési eljárásai a technikai rendszer felépítése, műszerezettsége, adatgyűjtési lehetőségei adottak.

2. AZ ÜZEMELTETÉSI KOCKÁZATOK FELMÉRÉSE

Az üzem-, rendszer- vagy berendezés ellenőrzés során az üzemeltető szervezet feladata, hogy olyan szintű ellenőrzést végezzen, amellyel elfogadható kockázat mellett az üzemképesség megítélhető.

Milyen kockázatai lehetnek egy üzemellenőrzésnek? Ha az üzemeltetőre bízott technika mindig teljesítené a tervezett feladatokat a betervezett költségek mellett, akkor nem kellene üzemeltetői kockázatokat elemezni. A technikai rendszerek tökéletlensége (mert nem létezik 100 %-os megbízhatóság) miatt szükséges a technikai rendszerek ember általi ellenőrzését kialakítani. Ettől a megbízhatóság szintén nem lesz 100 %-os, hiszen, ahogy a technikai rendszerek megbízhatósága nem 100 %, úgy az emberi tevékenység megbízhatósága sem az. Sőt! Az eredő megbízhatóság (technika és ember) az emberi közreműködés során akár csökkenhet is a növekedés helyett. Ha például arra gondolunk, hogy nem a megfelelő szakképzettségű ember üzemeltet egy berendezést és egy tönkremenetel amiatt keletkezik, mert hiányzott a megfelelő szakértelem, akkor az eredő megbízhatóság az emberi közreműködés hatására egyértelműen csökkent. Az emberi ellenőrző tevékenységet úgy kell megtervezni és kialakítani, hogy figyelembe kell venni az emberi megbízhatóságot.

A megbízhatóság általánosabb fogalmáról és megközelítéséről [1] és [2] irodalmakban olvashatunk, melyekben a megbízhatóság alapelemeiről, az elemek megbízhatóságáról, a rendszerek megbízhatóságáról a megbízhatóság elemzési módszereiről tájékozódhatunk. Hogy milyen módon lehet az emberi megbízhatóságot, kockázatokat megközelíteni, arra a szakirodalom többféle módszert is ad. Többek közt Pokorádi [4] könyvében különböző úgynevezett lágy elemzési módszereket mutat be, melyek felhasználhatóak az emberi kockázatok elemzésére.

Melyek azok a körülmények, amelyek az emberi munkavégzés minőségét befolyásolhatják?

Az emberi munkavégzés minőségét az emberi hibák jellemzik. Hiba, akkor keletkezik, ha az előzetesen eltervezett célok valamilyen okból kifolyólag nem teljesülnek, és ami nem tulajdonítható a rendkívüli véletlennek. Az emberi hibák a *Reason-féle* modell alapján három csoportra oszthatóak: végrehajtási hibák s ezen belül az elvétések és kihagyások, illetve a tervezési hibák, melyeket tévedéseknek nevez az irodalom. A végrehajtási hibák esetén a tervezett cél megfogalmazása és annak elérési módja a végrehajtó egyén számára egyértelmű volt, de ennek ellenére mégsem sikerült a célt elérnie, míg tervezési hiba esetén vagy a cél megértése, megfogalmazása vagy a végrehajtás módja nem volt tisztázott. A végeredményt tekintve mindkét esetben a cél nem teljesülése valamilyen kárt okozott, ezért mind a végrehajtási, mind a tervezési hibák minimalizálása a cél egy üzemellenőrzési rendszer kidolgozásakor is.

A tervezési hibák elkerülésének csökkentése megfelelően képzett szakszemélyzet alkalmazásával lehetséges, amely személyzet sem nem túlképzett, sem nem alulképzett, alapképzése a feladatnak megfelelő, továbbképzése folyamatos és a ritkán végzett munkafolyamatok gyakorlására is van

lehetősége.

A végrehajtási hibák csökkentésének módja az adott munkaszakaszban a maximális figyelem elérésével lehetséges, amihez hozzájárul a fáradtság, a kimerültség, a stressz nagysága, a környezeti zavaró tényezők, a lelki egyensúly pillanatnyi állapota.

Minden ellenőrzési módszer, eljárás végén ott van az ember, aki nélkül nem képzelhető el az üzemeltetés. Nincs olyan technológia, amelyiket magára lehetne hagyni és mindent rábízni az automatikákra, hiszen minden egyes ember alkotta szerkezet csak megadott megbízhatósággal képes teljesíteni a tőle elvárt feladatot, de ez a megbízhatóság sohasem éri el a 100 %-ot. Ha az ember nem hagyható ki, akkor olyan ellenőrzési módszereket kell alkalmazni, amelyek ezt figyelembe veszik. Ha ideális esetet tételezünk fel, akkor egy valamilyen optimalizált ellenőrzési feladathoz kellene a megfelelő személyzetet kiválasztani, de a valóságban sokszor az ellenőrzési módszert kell az adott üzemeltetői személyzethez igazítani és csak közelíteni lehet az optimális ellenőrzési módszerhez.

3. ÜZEMELLENŐRZÉS OPTIMALIZÁLÁSA

A dízelgenerátort üzemellenőrzése során az üzemviteli személyzet ellenőrzi a berendezés állapota, illetve az ellenőrzés rendszeressége alapján:

Berendezés állapot szerint:

- a készenléti berendezéseket;
- az üzemelő berendezéseket;
- az üzemen kívüli berendezéseket.

Rendszeresség szerint:

- ciklikus ellenőrzések szerint;
- eseti ellenőrzések szerint.

Az ellenőrzések minőségének minimális biztosításához meg kell határozni a bejárési útvonalakat, az ellenőrzési módokat, szempontokat az ellenőrizendő paramétereket azok határértékeit.

A bejárési útvonal meghatározásával lehet biztosítani, hogy az ellenőrzés alapos és a legteljesebb legyen, ne maradjon ki (elvileg) semmi az ellenőrzés során. A bejárési útvonal előírásának létjogosultsága, hogy ha a helyszínen biztosított a személyes ellenőrzés, akkor van annak valószínűsége, hogy egy meghibásodás még a korai szakaszában felismerhetővé válik.

Az ellenőrzési módok és szempontok leírása biztosítja az ellenőrzések lebonyolításának tényleges módját. Mikor, mit és hogyan kell ellenőrizni, mit mivel kell összehasonlítani, mit hogyan kell dokumentálni. Az egységes ellenőrzési módszerek megfogalmazásával és azok következetes betartatásával csökkenthető az ellenőrzések során elkövetett emberi hibák száma és súlyossága.

Az ellenőrzési módszer és a módszer végrehajtásához szükséges dokumentumokat írott formában kell a személyzet részére biztosítani. Az írásos dokumentumok a lehető legegyszerűbben, de célravezetően kell, hogy legyenek megfogalmazva és feleljenek meg annak a célnak, amire valók miközben olyan nyelvezetűek legyenek, amit felhasználói kör magáévá tud tenni.

Az üzemellenőrzés dokumentumai lehetnek:

- általános eljárásrendek, amelyek tartalmazzák a munka- és tűzvédelmi szabályokat, az információ- és vagyónvédelmi eljárásokat, a szervezet egyéb általános szabályait;
- bejárési útvonalak az adott technológiához;
- készenléti ellenőrzési adatlapok;
- üzemelés alatti ellenőrzési adatlapok;
- időszakos próba ellenőrzési listák;
- kis karbantartás utáni próba ellenőrzési listák;
- nagy karbantartás utáni próba ellenőrzési listák;
- kezelési utasítások;
- villamos, irányítástechnikai és gépész kapcsolási rajzok;

- stb.

Ezen dokumentumokban leírt szabályok, módszerek alapján egy kiképzett személyzet az üzemeltetett rendszereket szakszerűen képes üzemeltetni.

Fentiek alapján látható, hogy az emberi közreműködés minősége nagyban függ a szabályzó dokumentumok minőségétől és mennyiségétől.

Ezek után felmerül a kérdés, hogy miként is kell értelmezni egy jól felépített üzemeltetési dokumentációt?

Korábbi feltételezésünknek megfelelően rendelkezésre áll a kiképzett szakszemélyzet és ennek függvényében nézzük meg, hogy hogyan hat a munkavégzés minőségére az üzemviteli dokumentáció minősége.

Az üzemviteli dokumentumokban előírt szabályok, korlátok, módszerek, eljárások számosságával és minőségével kapcsolatban a következő gondolatok merülnek fel.

Lehet –e összefüggést találni az üzemviteli dokumentáció mennyisége és az üzemeltetés minősége között? Ha minden le van írva kezdve attól, hogy mikor, mit, hogyan kell ellenőrizni egészen addig, hogy az észlelet eseményekre hogyan kellene reagálni, hogyan kellene üzemzavarokat felfedezni, akkor az milyen összhangban van a személyzet információbefogadó és elfogadó képességével? Mikor érzi úgy az üzemviteli személyzet, hogy már nem tud megfelelni annak a sok információnak, amit a leírt dokumentumok tartalmaznak. Melyik eredményez jobb végeredményt, ha a leírt információk minden egyes üzemeltetési és üzemzavari állapotot tartalmaznak, és nem kell mást tenni „csak” ezeket a dokumentumokat használni és a gondolkodás képességét a minimálisra csökkenteni vagy a jó szakmai képességet, készséget kihasználva aktív részese lenni az üzemeltetési folyamatnak és szakmai ítélőképességet maximálisan kihasználva üzemeltetni. Optimális esetben a két módszer munkafolyamatoktól függő ötvözetét kell használni, főleg azért, mert a valóságban egyik módszer sem használható egymagában. Mert egyrészt nincs olyan mérnöki gárda, aki minden egyes üzemállapotot, üzemzavart és azok elhárítási lépéseit meg tudná fogalmazni előre, és nincs olyan végrehajtó szervezet sem, amely ezt csak a leírtak szerint tudná végrehajtani. Másrészt már egy embernél is megvan annak a valószínűsége, hogy ugyanazon információk birtokában képes egészen más döntést hozni más és más időpontokban és egy üzemviteli szervezet általában nem egy emberből áll így egy csapatra az még inkább igaz, hogy ugyanazon feltételek esetén más lehet egy döntés végeredménye.

Az információfeldolgozásnak korlátai vannak, ezért fontos, hogy az információk úgy legyenek csoportosítva, megfogalmazva, megjelenítve, hogy azok a leghatékonyabb döntést eredményezzék.

Visszatérve a dízelgenerátor üzemhez az ellenőrző személynek készenléti állapotban rendelkezésre áll a kezelési utasítás, a bejárású út vonal terv, az ellenőrzési eljárásrend és több ellenőrzési adatlap, hogy az üzemellenőrzést el tudja végezni.

Ezen dokumentumok alapján a képzett személyzet elvileg, akár hibamentesen is el tudja látni a feladatát, de ennek ellenére az üzemellenőrzés a gyakorlat szerint különböző hibákkal terhelt folyamat.

Nézzük meg, hogy az ellenőrzés során a személyzet milyen hibákat követhet el?

- Nem a bejárású út vonal szerint ellenőriz, és nem kerülnek ellenőrzésre rendszerek.
- Figyelmetlen az ellenőrzés során például nem vesz észre tömörtelenséget.
- Nem vesz észre összefüggéseket események között például nem veszi észre, hogy rendellenes módon megváltozott valamely rendszer hangja, amit korábban egy olajfolyás előzött meg.
- Félreolvas készenléti adatokat például az olajsztint az adagolóban minimum alatt van, de azt normálisnak látja.
- Félreértelmez adatokat például a dízelgenerátor melegentartási hőmérséklete nem változik, határértéken belül van, de közben a dízelgép lehűl, mert a tönkrement a vízhőmérséklet távadó.

Ha a hibák elkövetésének van esélye, akkor célszerű megérteni a hibák kiváltó okait. Mik azok az okok, amelyek ezeket az emberi hibákat eredményezhetik?

- Nincs meg a kellő figyelem az ellenőrzés során.
- Más, párhuzamosan végzett munkatevékenység megosztja az ellenőrzés végző figyelmét.

- Az üzemellenőrzés egy idő után monotonná és inger szegénnyé válik, aminek hatására az ellenőrzések során a figyelem erőteljesen csökken és a kisebb hibák majd az egyre nagyobbak sem tűnnek fel. Jó hozzáállás ennek kivédésére, hogy nem szabad a hibákkal együtt élni, de mivel a hibaelhárítási folyamatok gazdaságossága ennek ellentmond (mert minden hibát nem lehet azonnal elhárítani), ezért a hibák észrevételének és kezelésének érzékenysége az idő előrehaladtával csökkenni szokott.
- A rutinból történő munkavégzés néha túlzott magabiztosságot, a túlzott magabiztosság viszont sokszor elemi hibák, figyelmetlenségek forrása tud lenni.
- Az adott munkavégzés nem kellően ismert az ellenőrző személy számára és ekkor nem a túlzott magabiztosság, hanem az információ és ismerethiány eredményez emberi hibákat.
- Az ellenőrzési dokumentumok nem naprakészek és pontatlanok.

A most felsorolt emberi hibák következményeinek csökkentésének egyik módja a megfelelő üzemviteli dokumentáció rendelkezésre állása.

Megfelelően kidolgozott kezelési utasításokkal, üzemi adatlapokkal az üzemviteli személyzetet segíteni lehet abban, hogy mentális állapotuktól függetlenül egy minimális üzemellenőrzési színvonal mindig biztosított legyen.

Ennek szellemében például az üzemi adatlapok milyen formai és tartalmi követelményeknek kell, hogy megfeleljenek. Milyen kérdéseket kell megválaszolni, ha tartalmas és hasznos adatlapokat kell létrehozni? Gyűjtsünk össze pár kérdést, amelyekre célszerű még azelőtt a válaszokat megadni mielőtt az adatlapokat el kezdenénk létrehozni. A kérdések az alábbiak lehetnek:

- Ki fogja az adatlapokat kitölteni?
- Ki fogja az adatlapokat ellenőrizni?
- Milyen adatok szerepeljenek az adatlapokon?
- Az adatlapokon lévő adatok fontossága ismert a kitöltő személyzet számára?
- Melyik üzemi paraméter miért fontos? Ismeri –e a kitöltő és az ellenőrző személy az egyes adatok fontosságát?
- Az egyes paraméterelérések kockázata ismert? Mit kell tenni ha paramétereltérés tapasztalható?
- Ismeri –e a személyzet a tervezési alapelveket?
- Az adatlapok gondos kitöltésének mi legyen a menete?
- A határértéket nem meghaladó, de kezdődő rendellenességre utaló paraméterváltozás felismerése biztosított?
- Az üzemkészséget befolyásoló paraméterek fontosságuknak megfelelő módon láthatóak?
- Diagnosztikai szempontból az egyes paraméterek csoportosítása megfelelő?
- Az adatlapon olvasható határértékek és a leolvasás pontossága összhangban van?
- Az adatlapon található paraméterek egyidejű leolvasása és rögzítése megoldható?
- Gyors, dinamikus folyamatok elemzésére alkalmas az adatlap?
- Az adatlapok naprakészek?
- Megfelelő mennyiségű adat van az adatlapokon? Vagy éppen sokkal több, mint kellene?
- Mi a célja az adatlapok vezetésének?
 - Üzemeltető „rákényszerítése” az ellenőrzésre?
 - Aktuális állapot diagnosztizálása?
 - Határérték figyelés?
 - Trendelemzés?
 - Utólagos adatelemzéshez archiválás lehetséges a leírt adatok alapján?
- Van –e evvel párhuzamosan számítógépes adatfigyelés, adatrögzítés?
- Milyen legyen az adatlap tájolása? Álló vagy fekvő?
- Milyen környezeti körülmények között kell az adatokat rögzíteni? (Hideg van? Meleg van? Párás a levegő? Huzathatás van?)

Az 1. táblázatban egy dízelgenerátor üzem közbeni ellenőrzési adatlapja látható.

Megnevezés	Határ- értékek	Mérték egység	Leolvasott értékek	
Leolvasási időpont (óra, perc)				
Generátor fordulatszám	990-1010	min ⁻¹		
Hűtőtorony hűtővíz nyomása	1,1-1,5	bar		
Motorba belépő belső hűtővíz hőfoka	55-60	°C		
Motorról elmenő belső hűtővíz hőfoka	60-75	°C		
Belső hűtővíz nyomása	1,8-2,1	bar		
Motorba belépő kenőolaj hőfoka	50-60	°C		
Motorról elmenő kenőolaj hőfoka	60-75	°C		
Kenőolajnyomás a durvaszűrő előtt	6,5-7,5	bar		
Kenőolajnyomás a durvaszűrő után	6,0-7,0	bar		
Kenőolajnyomás a finomszűrő előtt	3,5-4,5	bar		
Kenőolajnyomás az olajkollektorban	1,4-4,5	bar		
Kenőolajnyomás a jobb turbó előtt	4,0-4,5	bar		
Kenőolajnyomás a bal turbó előtt	4,0-4,5	bar		
Gázolajnyomás a finomszűrő előtt	1,4-2,1	bar		
Gázolajnyomás a motor bemenetnél	1,2-2,0	bar		
Jobb oldali turbókompresszor nyomása	~0,6	bar		
Bal oldali turbókompresszor nyomása	~0,6	bar		
Jobb oldali turbókompr. előtti vákuum	15-30	mbar		
Bal oldali turbókompr. előtti vákuum	15-30	mbar		
Olajteknő vákuum	10-60	mmvo		
Égési levegő szűrőellenállása	<250	Pa		
1. henger kipufogógáz hőfoka	<420 Δt<80	°C		
...		°C		
6. henger kipufogógáz hőfoka		°C		
Generátor hűtőlevegő hőfoka	<35	°C		
Kipufogódob ellenállás	10-60	mmvo		
Generátor csapágy hőfoka	<80	°C		
Generátor tekerics hőfoka	<115	°C		
Generátor teljesítmény	<1100	kW		
Villamos feszültség	~6300	V		
1. fázisáram		A		
2. fázisáram		A		
3. fázisáram		A		
Indulás, leállítás időpontja	-	óra, perc	Indult:	Leállt:
Üzemidő	-	óra, perc		
Megjegyzés:	Időpont: Név: Aláírás:		Dízelgenerátor gyári száma	

1. Táblázat Dízelgenerátor üzemellenőrzési adatlap

Az adatlap sok, 39 db rögzítendő adatot tartalmaz. Ha egy adat leolvasása és rögzítése kb. 10 másodpercig tart (ami egy nagyon optimális időtartam, mert a műszerhez oda kell menni, értelmezni kell a látottakat, majd az adatot le kell írni), akkor egy teljes beírás kb. 390 másodpercig, azaz több, mint hat percig tart.

Ez rendkívül hosszú időtartam, ami közben az ellenőrző személynek a dízelgenerátor egyéb ellenőrzését (berendezés hangja, szaga, csurgások, csöpögések keresése, meglazult elemek keresése stb.) is el kell végeznie.

Az ellenőrzés alapossága így nehezített és emellett elvárás lenne, hogy a beírt adatok alapján az üzemeltető (leolvasó) személy elvégezze a beírt adatok azonnali értelmezését, határérték figyelését, trendelemzést.

Reális elvárás ezek alapján nem lehet az, hogy ezeket az adatokat akár azonnal, akár utólag egy dinamikus folyamat alapos hibaelemzéséhez, diagnosztizálásához fel lehessen használni, mert a leírt

adatsorok egyidejűsége nem biztosított (a legelső és a legutolsó adat között legalább hat perc telik el). Továbbá a leolvasott műszerek pontossága sem megfelelő általában egy dinamikus folyamat diagnosztikai elemzéshez.

Üzemzavarokat jellemzően dinamikus folyamatok előznek meg az estek nagy részében, de természetesen lassan változó folyamatok végeredménye is lehet valamilyen meghibásodás, üzemzavar. Ezek alapján a dízelgenerátor kézzel írt adatlapjának nem látszik nagy gyakorlati haszna, inkább csak az üzemeltető személyzet ellenőrző munkájának akadályozó műveletnek.

Alapos diagnosztikai célra tényleg nem alkalmas az ilyen jellegű adatlap. Ellenben, ha más adatgyűjtő rendszer nincs kialakítva a gépegységhez, akkor diagnosztikai célokra is csak az így gyűjtött adatok szolgálhatnak és ez még mindig sokkal több, mint a semmi.

Amennyiben elektronikus adatgyűjtő van a gépegység vezérléséhez kapcsolva az adatlapos ellenőrzésnek, akkor is van létjogosultsága, mert az üzemviteli személyzetet rákényszeríti a szisztematikus adatleírásra és ezáltal a gépegység alaposabb ellenőrzésére.

A jó üzemi adatlap segítségével el lehet érni, hogy az üzemeltető személyzet ellenőrzése kiterjedjen minden fontos üzemi paraméter ellenőrzésére és értelmezésére, amit biztosít az adatlap sorrendisége és a kézzel való adatrögzítése. A kézi adatrögzítésnek előnye az automatikusan gyűjtött adatokkal szemben, hogy beírás közben az adatok mentális feldolgozása és értelmezése egy kicsit talán jobban rákényszeríti az üzemeltetőt a gondolkodó és elemző munkavégzés kialakításához.

Emellett, ha van is diagnosztikai célra kialakított adatgyűjtő rendszer, akkor az általában olyan sok adatot gyűjt egyszerre, hogy azok alapján a berendezés, rendszer diagnosztikai elemzése elvégezhető legyen, hiszen ez a célja. Ekkor a legjobb, ha minden adat, ami csak lehet rögzítve legyen. Egy dízelgenerátornál, ez akár több száz adat is lehet (analóg és digitális jelek). Több száz adat ember általi ellenőrzése és felügyelete gyakorlatilag nem lehetséges. Egy ember általában csak pár tíz adatot képes egyidejűleg uralni, ezért nagyon fontos, hogy az adatlapon csak a legfontosabb adatok szerepeljenek. A fontos adatok meghatározása az adott berendezés, rendszere, technológia kiépítésétől függvénye. A fontos adatokat mérnöki megfontolások és a gyakorlati tapasztalatok alapján kell meghatározni. Az 1.sz. táblázatban látható adatsor is így került összeállításra.

Ez az adatlap alapvetően a célját teljesíti, de például a paraméterek közötti keresztkapcsolatokat nem mutatja és magas szintű ismereteket kíván meg az üzemeltető személyzettől.

Ezt az adatlapot célszerű tovább optimalizálni mind formailag, mind tartalmilag.

4. ÖSSZEGZÉS

A cikkben egy dízelgenerátor példáján keresztül mutattuk be, hogy az üzemellenőrzés, technikai rendszerek esetén, milyen sok körülmény függvénye és többek közt mennyire fontos a jó üzemeltetéshez a megfelelő üzemeltetési dokumentumok megléte. Ezen probléma átgondolása sok olyan kérdést hozott elő, amelyek megválaszolásával az üzemeltetési folyamat egyes kockázatait feltérképezhetővé válnak, majd a kockázatok elemzése és csökkentése után az emberi hibák száma is csökkenhet.

A további kutatásaink során ezen keresztül próbáljuk meg azt a kapcsolatrendszert feltérképezni és elemezni, amely segítségével csökkenthetőek az üzemeltetésből eredő emberi hibás események számai.

5. FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] **GAÁL, Zoltán, KOVÁCS, Zoltán:** Megbízhatóság, karbantartás, Veszprémi Egyetemi Kiadó, 1999
- [2] **KÖVESI, János, ERDEI, János, TÓTH, Zsuzsanna Eszter:** Gazdasági és megbízhatósági elemzések, Oktatási segédanyag a gazdálkodási szakos kiegészítő 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:** Üzemeltetés, fenntartás I., SZE-Universitas Kiadó, Győr, 2008