



Nagyfeszültségű berendezések állapotellenőrzése **(HV Asset Management)**

Csépes Gusztáv
szakértő
MAVIR Rt.

Bikal,
2006. április





HV Asset Condition Assessment Tools, Data Quality - Expert Systems,

*Berendezés állapotellenőrzési eszközök, adatminőség -
Szakértői rendszerek*

CIGRE WG D1.17 - ELECTRA tanulmány

**Fundamental Aspects of Data Quality for HV Asset
Condition Assessment**

**Nagyfeszültségű berendezések állapotellenőrzését
leíró „adat minőség” alapvető szempontjai**

Cigre Working Group D1.17:

*HV Asset Condition Assessment Tools, Data Quality
Expert Systems*

Convenor: E. Gulski

Secretary: B. Quak

WG members:

D. Allan, K. Bakic, G. Balzer, J.T. Benjaminsen, P. Birkner, S. Bhumiwat, C. Booth, A. Cavallini, G. Csépes, E. Groot, P. Hyvönen, J. Y. Koo, E. Lemke, R. Marshall, M. Muhr, T. Okamoto, S. Péliissou, F. Petzold, G. Platbrood, I. Ring, Armin Sorg, Ch, Sumereder, T. Strehl, I. Vitellas, F.J. Wester

Nagyfeszültségű hálózat legfontosabb berendezései:

Transzformátorok, kábelek, kapcsolóberendezések, stb.

AM= Asset Management

azon információk és adatok összegyűjtése, amely megkönnyíti a NF berendezések kezelésére és üzemeltetésére vonatkozó döntések meghozatalát.

Alapvető tény:

-az átviteli ill. elosztóhálózat berendezései rendkívül nagy értéket képviselnek,

-ez arra kényszeríti a tulajdonost, hogy a leghatékonyabban használja berendezését.

Ehhez megfelelő összhangot kell kialakítani a berendezés állapota és a tulajdonos elvárásai között.

A villamos berendezés üzemeltetője számos olyan módszer között választhat, amely megfelelően adja vissza a berendezés állapotát (szemrevételezés, diagnosztikai mérések, stb.).

**A karbantartási program legfontosabb szempontjai a berendezés típusa, valamint pillanatnyi állapota.
Berendezés vagy a részegységek öregedésének, ill. állapotának meghatározására megfelelő diagnosztika szükséges.**

„Célszerű” az átjárhatóság különböző szervezetek diagnosztikája, adatai, stb. között

E cél elősegítése céljából a CIGRE 2003-ban létrehozta a D1.17 Working Group (Munka Bizottságot) és két "Task Forces"-ot:

WG D1.17: “HV Asset Condition Assessment Tools, Data Quality - Expert Systems”

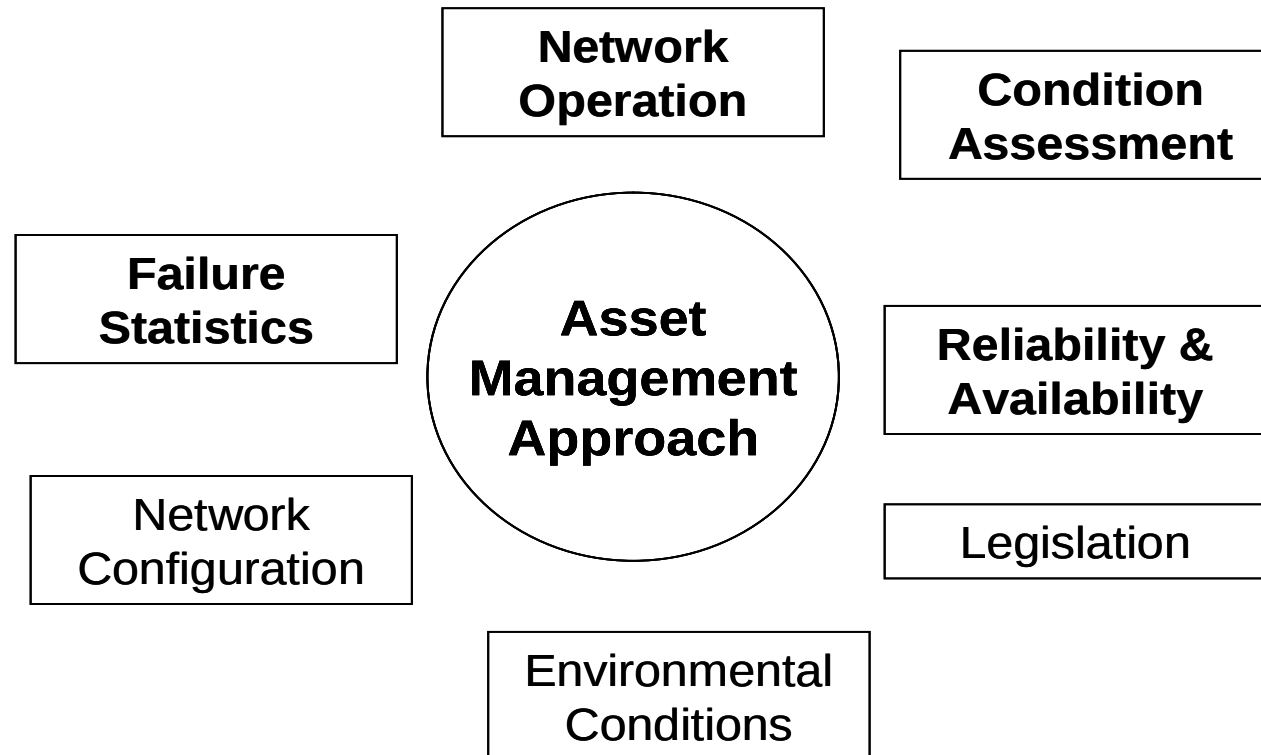
TF 01: Condition Assessment for Maintenance Decision Support:

Állapotbecslés a karbantartási döntések támogatásához milyen tényezők és adatok fontosak egy berendezés minősítéséhez, milyen információ források szükségesek, milyen diagnosztikát célszerű használni, milyen felhasználói karbantartási eljárások ajánlatosak, összességében milyen szempontok a fontosak.

TF 02: Data Structure for Asset Condition Information:

**Adatstruktúrák a berendezések állapotának információihoz.
Fontosak az információk adat szervezési szempontjai, amelyek lehetővé teszik, hogy a berendezéscsoportok között összehasonlító döntések legyenek hozhatók.**

Különböző szempontok élettartam döntés támogatás nagyfeszültségű infrastruktúrára vonatkozóan.



1. ábra: NH berendezések élettartam döntéséhez szükséges különböző szempontok
Egy sikeres AM döntési folyamathoz le kell fordítani a szükséges információs szempontokat a használható adatforrásokból. A különböző adat típusok, adat forrás összetettsége, a kiértékelési rendszer, stb. befolyásolják az azonosítást, a szétválasztást. A fenti ábra legfontosabb elemei kerültek tárgyalásra ebben a tanulmányban

Számos berendezés, ill. részegység került beépítésre a hálózaton, azon belül is több évjárat került felszerelésre, lehetetlen „egyetlen” állapot ellenőrzési rendszert használni.

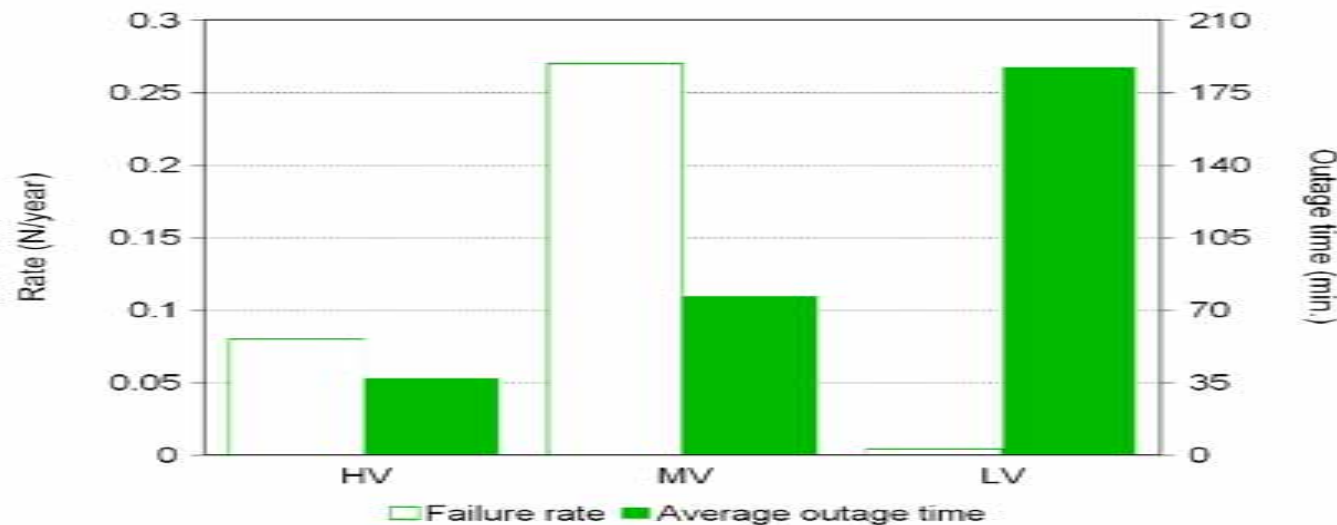
Különböző kiválasztási kritériumokat kell felállítani, hogy kiválaszthassuk azokat az összetevőket, amelyeken állapotellenőrzést kell végezni.

*A tanulmány által ajánlott kiválasztási kritériumok az alábbiak:
Meghibásodási statisztika:*

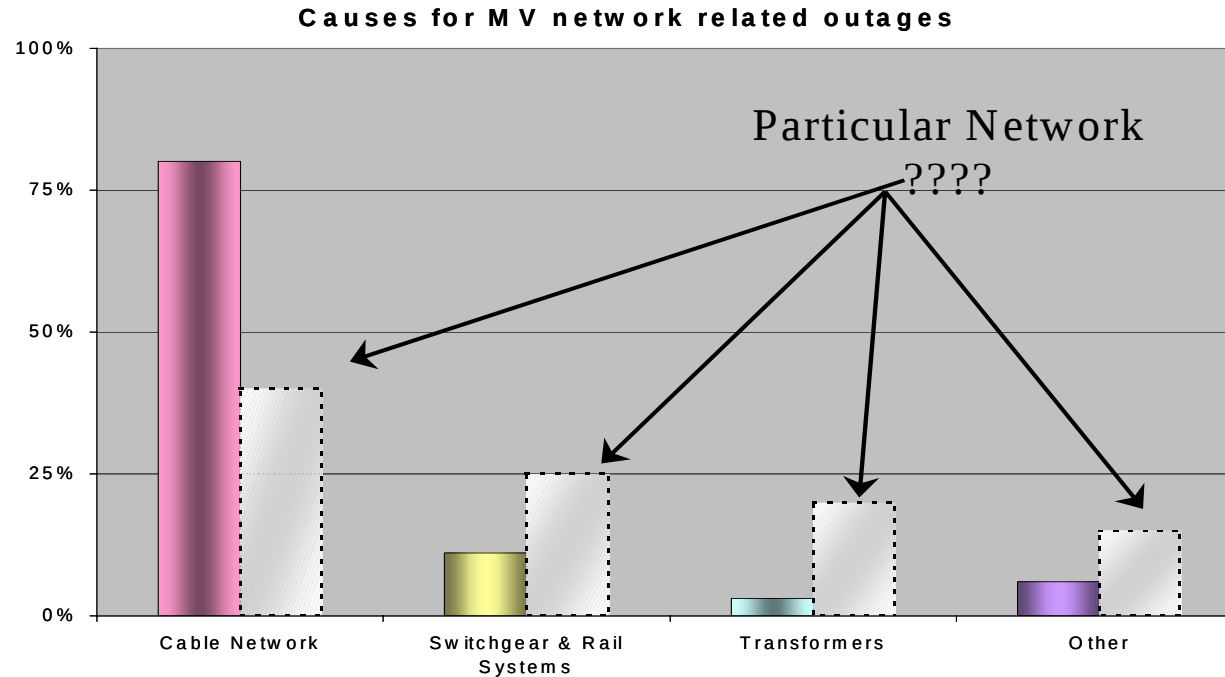
Mivel egyetlen HV berendezés sem végtelen életű, mindegyiknek egyedi hiba statisztikával rendelkezik.

A típustól függően a meghibásodási viselkedés más és más.

A karbantartás fő célja: megelőzni ezt a meghibásodást.



2. ábra: Példa a meghibásodási valószínűség és egy hiba miatti kikapcsolásonkénti az átlagos kiesési időtartam (10 éves átlag)
 Ha egy berendezés növekvő hibastatisztikát mutat, a karbantartási programot javítani kell,
 Ezért össze kell vetni a felhalmozott tapasztalatot és az adott meghibásodási adatokat és érvényesíteni kell azt a karbantartási programban.



3. ábra: KöF hálózat kiesései, két kategóriára osztva. Egy speciális hálózat hibaelemzése egy nagyobb populációval történő összehasonlítás alapján.

A vizsgált hálózatot egy nagy darabszámú, 3. ábra szerinti hibastatisztikával kell összehasonlítani.

A hálózati meghibásodási arány nagyon fontos jelzés, hogy egy berendezést állapotellenőrzésre válasszunk ki. A meghibásodási valószínűség különböző szinten elemezhető

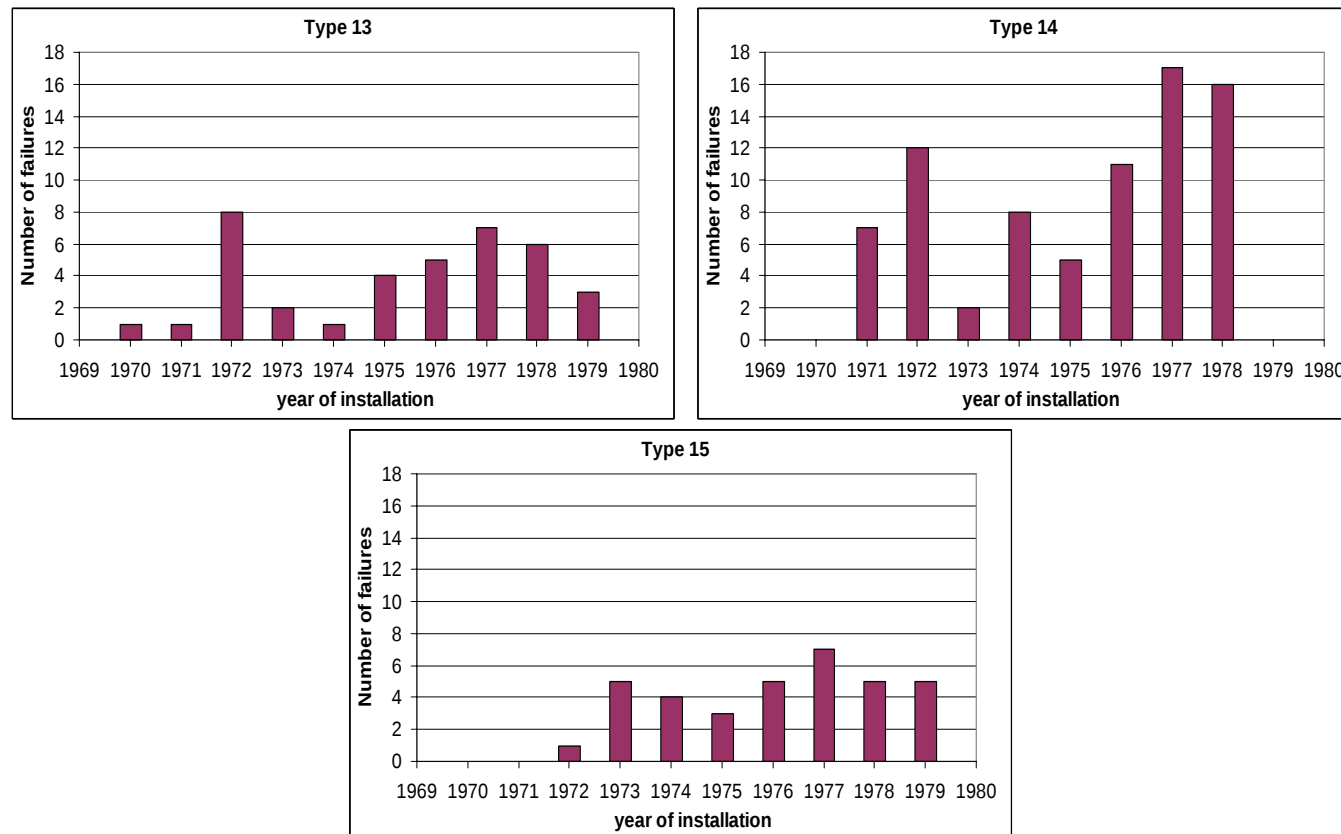
Hálózati rendszer szinten: *a hálózaton jelentkező meghibásodási séma információt ad a hibákról, amelyek a tipikusak, mint a 2. ábrán látható. Pl nagyszámú meghibásodás egy kábel egy bizonyos körzetében, amelyet víz okoz, akkor speciálisan ilyen jellegű állapotellenőrzést kell alkalmazni.*

A rendszeren jelentkező hibajelleg ugyancsak információt adhat a meghibásodás és az egyes berendezések között, amely a hibáért felelős, pl. trafó, kábel, kapcsolók, stb.

Berendezés szint: Ha pl. kábeleken növekvő számú hiba jelenik meg egy vizsgált időszakban, akkor ez már kritérium, hogy állapotellenőrzést végezzünk ezeken a kábeleken. (lásd 3. ábra). Ez a növekvő hiba származhat általános öregedésre, vagy egy speciális alrendszer meghibásodásából

Részegység szint: a hiba jelleg egy részegységen, mint pl. összekötő, végelzáró, egy kábel rész, stb. A részegység típusától függően, vagy pl. a gyártótól, gyártási évtől függően, stb. a meghibásodás más és más lehet (lásd az alábbi 4. ábrát)). Ha bizonyos komponensek nagyobb számban hibásodnak meg, akkor erre a nagyszámban meghibásodó elemre kell koncentrálnunk.

A fentebb leírt szelekciós szintek kombinációja egy még jobb állapotellenőrzést tesz lehetővé.

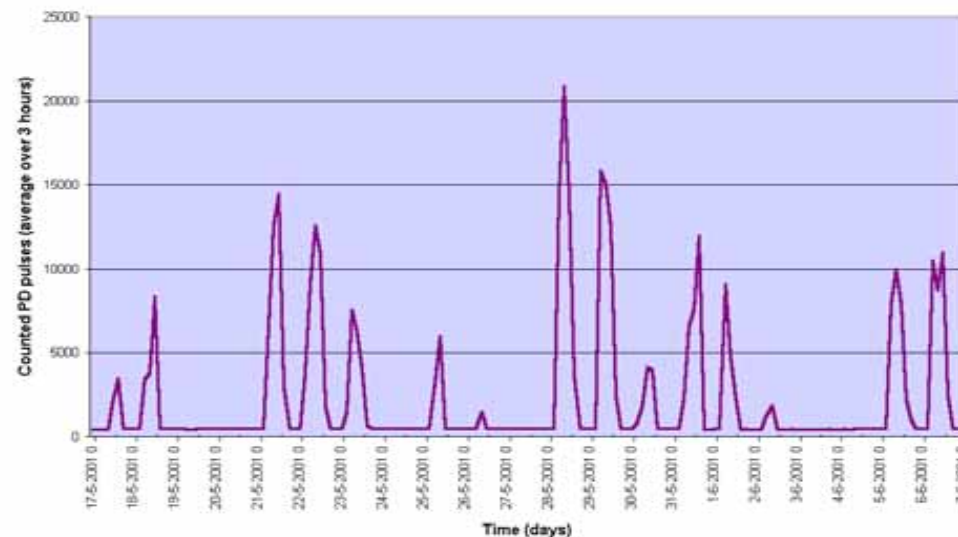


4. ábra: Hibaelemzés különböző típusú, de ugyanazon berendezésen (epoxy-val töltött kábelösszekötő): bizonyos időszakokban megfigyelt hibák a berendezés üzembehelyezésnek éve függvényében.

Hálózat Üzemeltetés:

A nagyfeszültségű berendezések üzemeltetése során változni fog a villamos, termikus, mechanikai, stb. tulajdonság.

Az 5. ábra azt mutatja, hogyan változik egy kábel terhelése, nappal, éjjel, hétköznap, hétvégén, ami befolyásolja a diagnosztikai paramétereket, pl. amit az on-line monitoring rendszerrel megfigyelhetünk.



5. ábra Terhelési ciklusok hatása egy villamos diagnosztikai paraméterre, a részleges kisülésre, amelyet on-line mértek egy hónapon keresztül (számolt PD impulzusok (3 órán túli átlag))

Az üzemidő csökkenésének megítélésében főleg az alábbi információ fontos:

- az elmúlt és a jövő időszakban a terhelése,**
- karbantartási szempontok, mint szegényes szakszerűség és hibafeltáró tevékenység,**
- átmeneti ill. tranziens túligénybevételek, mint rövidzárlatok, túlfeszültségi eloszlási függvény, stb.**

Közvetlen összefüggés van a szigetelés romlás és a termikus terhelés között, ennek az ismeretnek a hozzáférhetősége befolyásolhatja az NF komponens üzemidő csökkenésének becslését.

Kábelek esetében a termikus terhelés változása befolyásolhatja az axiális és radiális kiterjedést, egy járulékos romlási tényezőt jelenthet, pl. helyi térerősség növekedést, gázképződést vagy treeing beindulását okozhatja.

NF berendezések állapotellenőrzése

A NF berendezések állapotellenőrzése manapság teljesen beintegrálódott a karbantartási program és az AM döntési folyamatokba.

Az állapotellenőrzés eredményének döntő szerepe felhasználói felelősségben, egyre növekvő érdekeltség diagnosztikai eszközök minőségére és eredményére (lásd az 1. táblázatot).

Például, a kábel rendszerek különböző típusú elemek összességének tekinthető, mint pl. maga a kábel, a végelzáró, összekötő.

A kábelek hibáit tekintve az jelenti, hogy mindegyik résznek saját hibastatisztikája van. A kábel rendszer egy olyan elosztott rendszer, amely az üzem ideje alatt kiszámíthatatlan konfiguráció változás szenved el. A kábelrendszeren valahol jelentkező hiba pl. egy helyi átütést okoz csak a kábelen, vagy végelzárón. Az állapotellenőrzés a kábelen nemcsak a hibákkal foglalkozik hanem a konfiguráció változással is.

Megszakító diagnosztika	Transzformátor diagnosztika	Kábel diagnosztika
Részleges kisülés	Fokozatkapcsoló	Részleges kisülés
Zárási sebesség	Vesztességi tényező	Vesztességi tényező
Elelenállás	Polarizációs vizsgálatok	Külső árnyékolás teszt
Motor áram és tekercs	Részleges kisülés	DC szivárgási áram
Vesztességi tényező (olaj)	HGA	Polarizációs vizsgálatok
1. táblázat		

Az AM döntési támogatáshoz szükséges megfelelő információ függ számos berendezésfüggő paramétertől, mint a szigetelés öregedésétől, vagy kapcsolásból keletkező túlfeszültség valószínűségétől.

A komponensek öregedése összefüggésben van az abszolút élettartammal, a típussal, az üzemeltetési körülményekkel.

Abból a célból, hogy csökkenjen a hiba valószínűsége, állapotellenőrzést kell alkalmazni.

A műszaki szempontok többek között magában foglalják az állapot ellenőrzést, az öregedési modellt, a hibastatisztikát, valamint készülékek leltárját, a hálózati topológiát, rendelkezésre álló tartalék alkatrészeket, a karbantartási eljárásokat, az eddigi hibákat és azok kijavítását.

A diagnosztikai technikák által rendelkezésre álló információk részletes betekintést adnak a berendezés valós állapotáról.

Végül is a kapott diagnosztikai információkat le kell fordítani olyan előírásokká, amely támogatni tudja az AM-et a karbantartási döntéshozásba.

Ebből a célból speciális útmutató szükséges ami tartalmazza a szükséges ismereteket, előírásokat, kritériumokat, amelyek szükségesek az eredmények értelmezésében.

A fentebb említett osztályozás elérése céljából indexelni kell állapotellenőrzés eredményét (lásd a 2. táblázatot).

Műszaki állapot	Állapot index	Üzemi idő	Életkor index	Szükséges beavatkozások
Nincs hiba, sem öregedés	9	Új vagy öreg	1 vagy 2	Semmi különös, inspekció 5..10 év múlva
Nincs súlyos hiba, enyhe öregedés	6	Erősen öregedett	3	Külön intézkedés, 1 év múlva inspekció
Örtegedés, súlyos hiba	1	Élettartam vége	4	Karbantartás szükséges, pl. javítás, csere

2. táblázat: Műszaki állapot, az állapot alapú karbantartási index és az igényelt tevékenységek közötti összefüggés

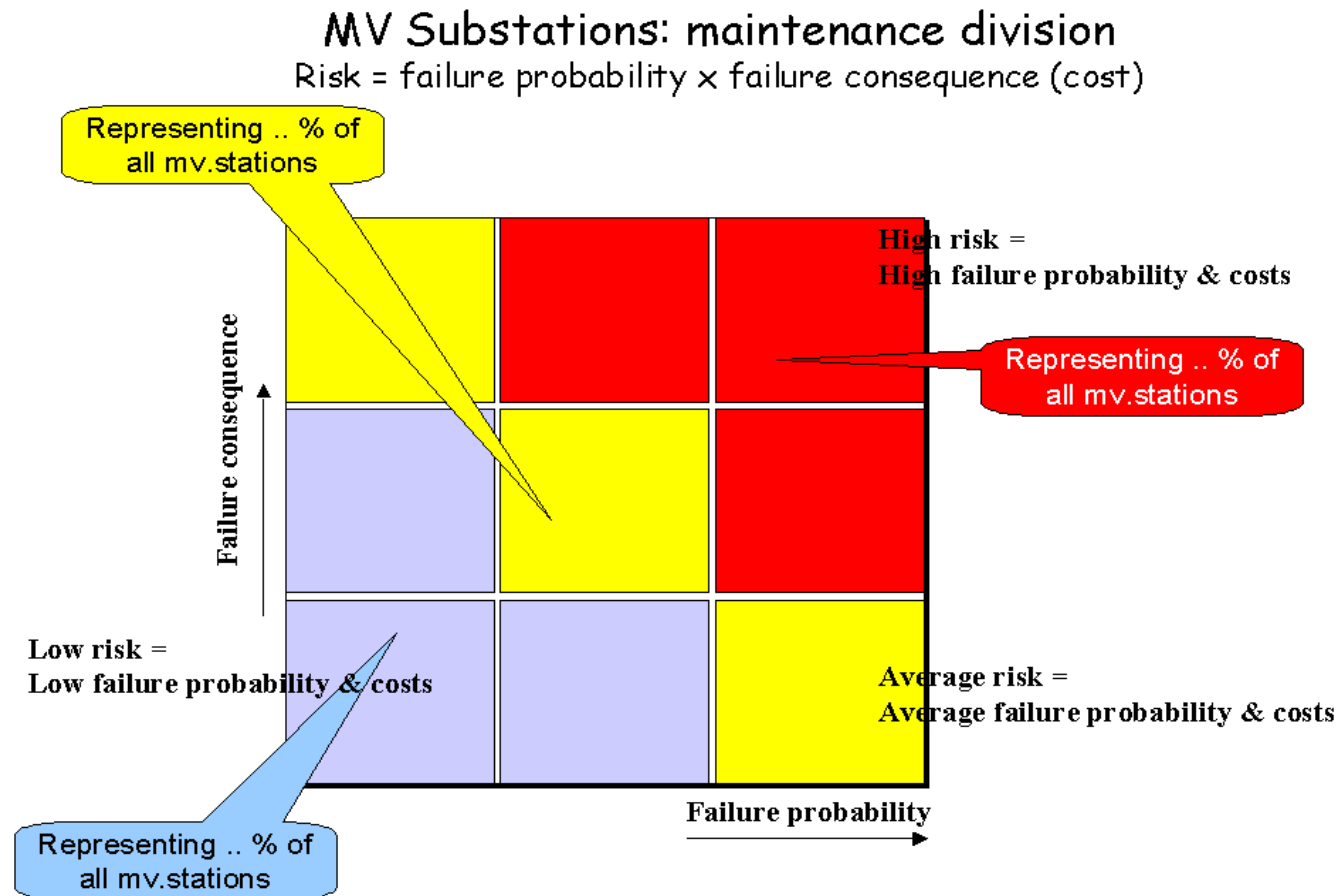
Megbízhatóság és rendelkezésre állóság

Manapság a karbantartási tevékenység tervezése egyre nehezebb, optimális kihasználtsága miatt egyre kevésbé adják ki karbantartásra.

Nagy gyárak folyamatos üzeme miatt csak leálláskor lehet karbantartani. Megfelelő egyensúly kell a műszaki lehetőségek és a gazdaságossági kérdések között.

Pl. egy kábelhálózat esetén az elvárt megbízhatóság és rendelkezésre állóság erősen függ az elfogadható kockázattól, lásd a 6. ábrát.

A berendezések csoport három kategóriába oszthatók: kritikus, közepes, nem-kritikus



6. ábra: A karbantartás prioritására egy gyakorlati példa

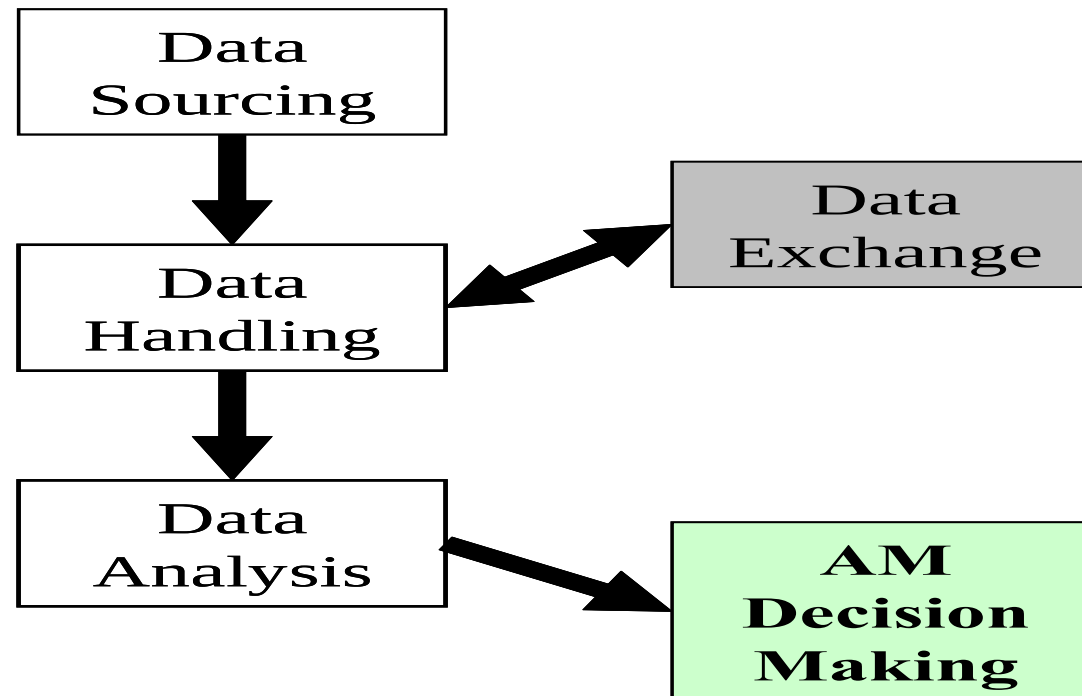
***Adat struktúra berendezés állapotának információjára
A döntés előkészítéshez rendezni az információt megfelelő
osztályozási és kódoló rendszerbe.***

***Az osztályozás és az adatkezelés fő célja intézkedés a közös
formára, hibatípusok azonosítása, hogy különböző felhasználók
a meghibásodási információknál ugyanazt a megközelítést
alkalmazzák tárolásra és visszakeresésre.***

***A másik fő cél hibák családokba történő csoportosítása, hogy
megkönnyítsük hibainformáció használatát különböző
karbantartási alkalmazáskor.***

***A teljes adat áramlás a forrástól a AM döntésig a 7. ábrán
látható.: adatforrás, adatkezelés és elemzés, valamint adat cserés
eszközök, hogy végül egy jól kvalifikált AM döntési csináló
rendszer kaphassunk.***

7. ábra. A döntés csináló folyamatokhoz szükséges adatkomponensek



Összehasonlító döntés előkészítő információs bázis és adatstruktúra létrehozása, amely lehetővé teszi a mérési adatokhoz, állapot adatokhoz és üzemeltetési állapotokhoz történő hozzárendeléseket.

A mérés ill. a szemrevételezés következménye numerikus érték lehet, egy megjegyzés (írott formában), vagy egy előre definiált következmény készlet (magas, alacsony, közepes). Alapozva erre az elemzésre számos adattípust lehet megkülönböztetni, az alábbiak szerint.

1D – egy dimenziós numerikus adat:

egy mérésnek az eredménye, egy számszerű adattal (lásd 3. táblázatot).

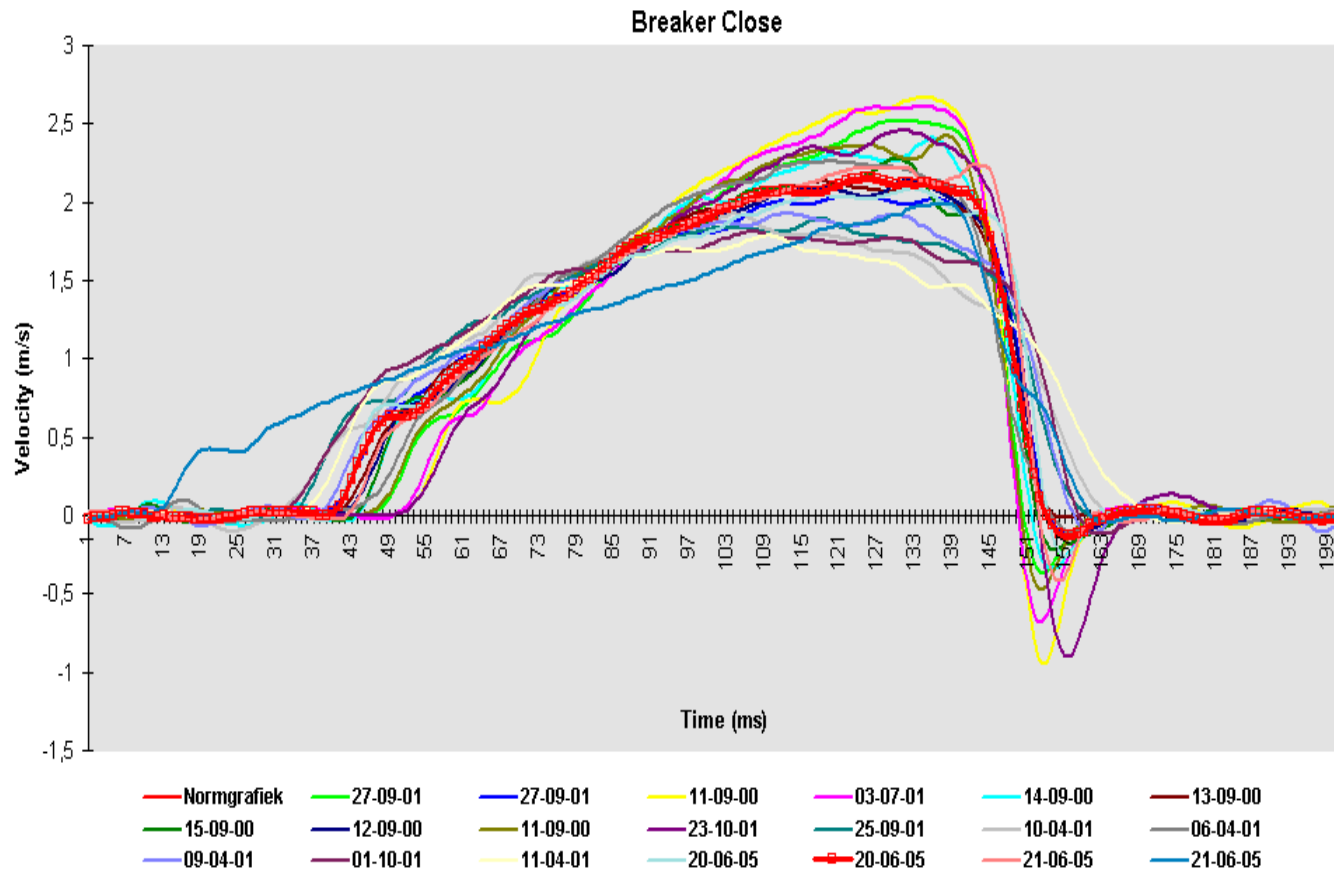
Egy NF készüléknél (megszakító), mint állapot jellemző két paramétert szokásos mérni: a dielektromos veszteséget és a kapacitást. Látható, hogy e két paraméter „egyetlen” számszerű mérési eredmény. A berendezés ezzel a szingli eredménnyel történő jellemzése azáltal történik, hogy előre definiálunk egy referencia értéket, azzal hasonlítjuk össze a mért értéket.

Esetünkben, mint a táblázatból látható, ez egy 1D számszerű adat. Csoportosítani lehet, statisztika készíthető belőle, szabály készíthető, szabvány, határértékek, stb.

A 2D – Két dimenziós numerikus adat:

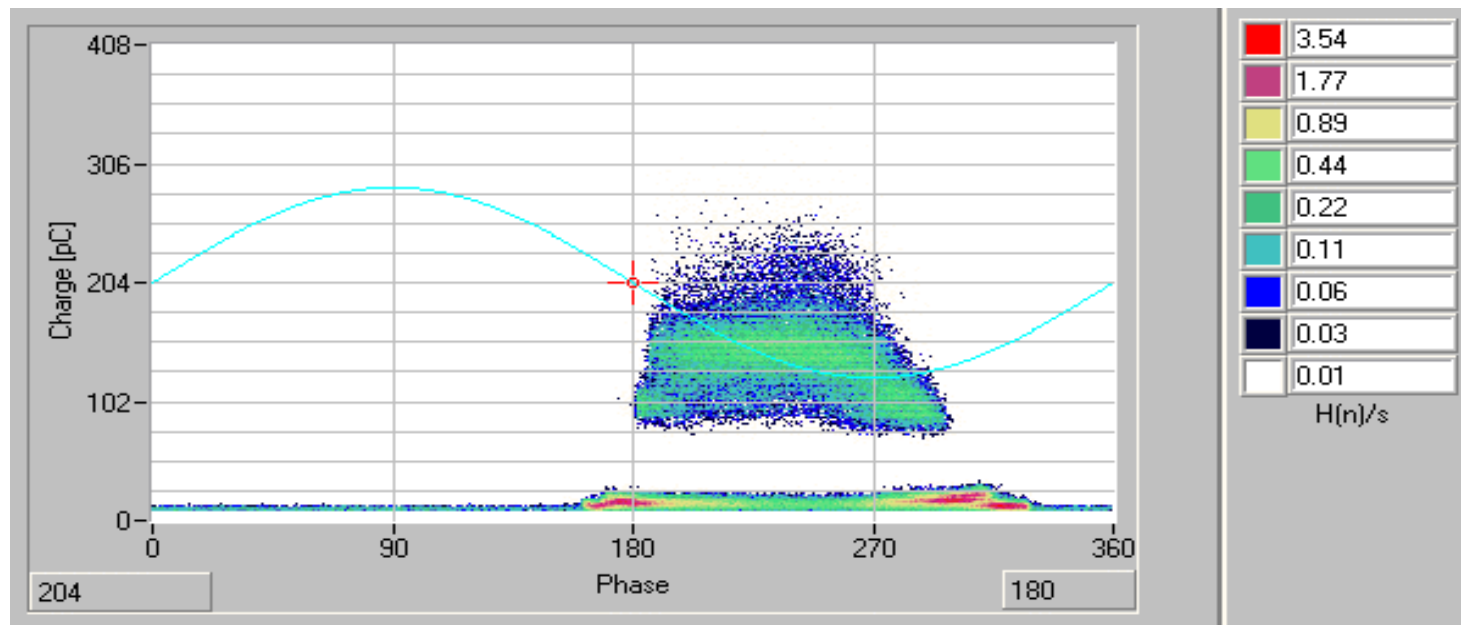
1D adat, amelyet valamilyen más mennyiség függvényében rajzolunk fel, jelenítünk meg., mint az látható a 8. ábrán.

A 2D kiértékelési szabály létrahozása: 2D-és adatok esetén két feldolgozás lehetséges: az egyik, mint az 1D esetén, gyakorlati eredményekre alapozva elfogadás/visszautasítás adható, függően a mért eredményektől, és grafikusan adható meg. Ebben az esetben "referencia" görbét határozunk meg mint számos mérés átlaga, amit azonos típuson mértek az idők folyamán.



8. ábra: Megszakító sebesség mérés 2D numerikus adataira példa.

*3D – három dimenziós numerikus adat,
mért, ábrázolt vagy elemzett mint egymás függvénye, állapot
ellenőrzés készítése céljából, mint ami a 9. ábrán látható.*

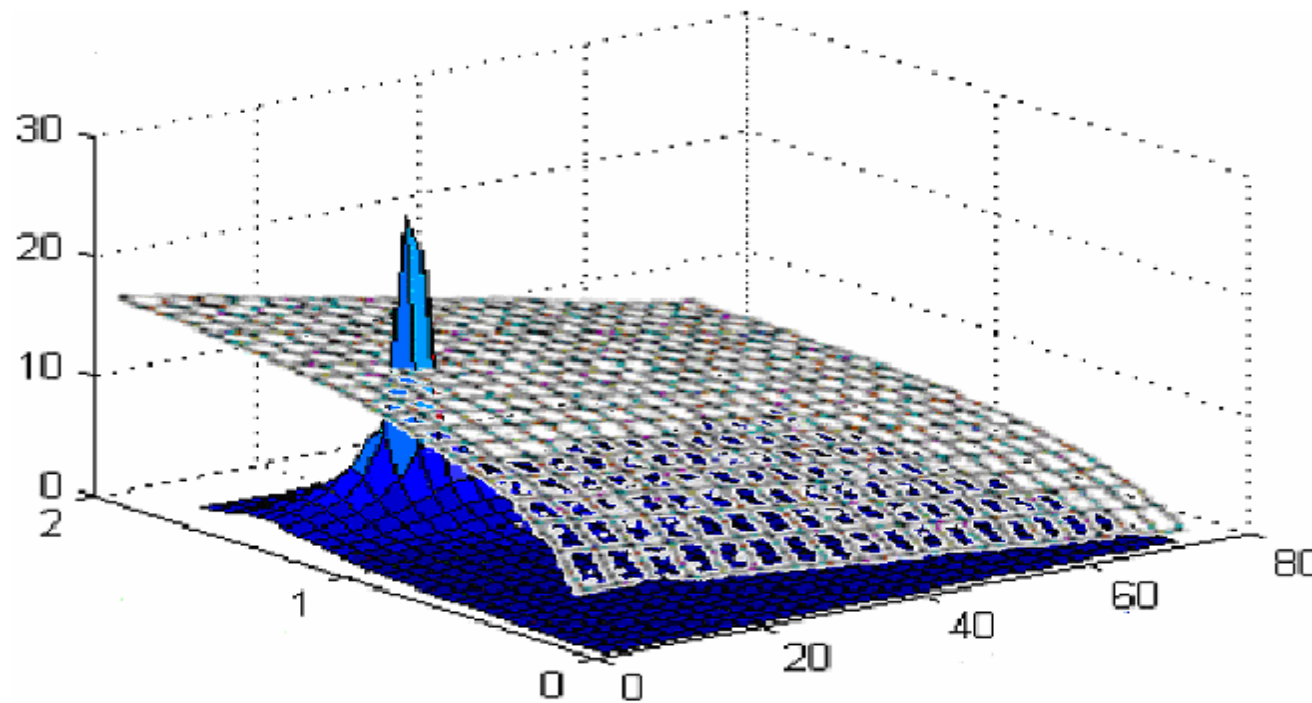


9. ábra: Példa egy 3D adat struktúrára: PD impulzusok nagysága került ábrázolásra a fázis szög függvényében, a színes pontok az impulzusok számát jelenti és ezáltal egy harmadik dimenziót hoz be.

3D kiértékelés szabály létrehozása:

3D esetén gyakorlatilag nincs előírás a szabály készítésére. A tapasztalatokra lapozva bizonyos hibák, hiba típusok felismerhetők a grafikus kép egyszerű tanulmányozása alapján, aztán döntés hozható a következő beavatkozásra.

Egy lehetséges megoldás ebben az esetben határfelületek definiálása vagy egy szektorelemzés történhet, mint látható a 10-es ábrán egy PD mérés során.



10. ábra: Három dimenziós adat esetén egy “határérték felületi” példa. Egy 3D plottolási példa egy generátor sztátor tekercselés PD mérésére vonatkozóan a mélység és a sztátor horony függvényében.

Többszörös választékú adatatok:

szóbeli minősítés a mérés ill. szemrevételezés előre definiált fogalmaival, pl. száraz, nedves, jó, rossz, stb.

Kiértékelés szabály létrehozása: mint az 1D esetén,

Szöveges adat: egészen sajátos ill. egyéni megjegyzés lehet, egy komponens speciális paramétere. Pl. “a szemrevételezés után a transzformátoron olajszivárgás volt látható”.

Kiértékelés szabály létrehozása: ehhez statisztikai adatok, szabvány kívánatos.

Adat forrás és kezelési követelmények

Ahhoz, megfelelő adatbázis ill. adatkezelési rendszer jöjjön létre, az alábbi követelményeknek ill. elveknek kell eleget tenni:

- objektívnek kell lenni, függetlennek a felhasználó korábban kapott eredményeitől,**
- minden részletre kiterjedő, tartalmaznia kell a legszükségesebb információkat,**
- pontos, nem kétértelmű, mindegyik tételre egy hely szükséges és ez a pozíció legyen érvényes minden egyes felhasználóra és osztályozási rendszerre,**
- kiterjeszthető, azaz alkalmazható széles tartományban,**
- Szabályos kódolás kell csinálni, hogy a kézi vagy gépi feldolgozás könnyen megtörténhessen.**
- Az osztályozásnak ismerősnek kell lennie a felhasználónak.**

Az adtok strukturálása lehetővé teszi, hogy egy megfelelő osztályozási rendszerhez egy “állapot index” hozzárendelése történhessen.

Ez teszi lehetővé, hogy hasonló meghibásodásra hasonló karbantartás kerüljön elvégzésre, amely segíti a diagnosztikát. Ha különböző felhasználók jellemeznek egy hibát, akkor hozzájuthatnak mások által is létrehozott nagy adatbázisból való információ visszakeresésre.

A munka következő részeként ajánlják egy adatbázis és adatstruktúra létrehozását, amely lehetővé teszi mérési adatok, az állapot, üzemeltetési körülmények, stb. közötti kapcsolat teremtését, ezáltal összehasonlító döntés hozását.

Ezért egy szabványosított adatstruktúra és állapot index szükséges a karbantartásra és állapot jellemzésre.

Köszönöm a figyelmet