

# ***Hálózatok megbízhatóság alapú vizsgálata***

***Orlay Imre  
ÉMÁSZ Rt***

## Célkitűzés

A hálózati társaságok együttesen évente több milliárd forintot fordítanak a műszaki hálózat fenntartására és üzemeltetésére.

Az üzleti eredmények szempontjából meghatározó jelentőségű, hogy ez az összeg milyen hatékonysággal kerül felhasználásra, azaz a vállalati prioritásokat figyelembe véve a legnagyobb gazdasági eredményt produkálja-e?

A cél tehát a rekonstrukciós és karbantartási ráfordítások hatékonyságának növelése.

## Az áramszolgáltatás minősége

A szolgáltatott villamos energia a szabványostól általában eltér, számos zavaró jelet tartalmaz. A hatóság tűréshatárokat állapít meg. A szolgáltató feladata a fogyasztói csatlakozási pontokon a tűréshatárokon belüli energia szolgáltatás.

Villamos paraméterek folyamatos mérése (Phare mérési program)

- feszültség tűrés
- felharmonikus tartalom
- aszimmetria
- flicker szennyezés
- energia szolgáltatás megszakadása rövid és hosszú idejű

## A szolgáltatás megszakadása

Ellátás megszakadása minden olyan tervezett és nem tervezett esemény, amely következtében a fogyasztók energiaszolgáltatása részben, vagy teljesen megszakad.

- átmeneti (<1 sec)
- rövid idejű (1 sec<3 perc)
- tartós (>3 perc)

Események lehetnek

- tervezett események
- nem tervezett események, üzemzavarok

MEH mutatók, mérőszámok (MEH1, MEH2, MEH3)

**Karbantartás:** Az elvárt működőképesség biztosítása. A karbantartás ciklikusan ismétlődő feladatokat foglal magában. Célja a berendezés élettartamának meghosszabbítása a következő költséges javítással járó beavatkozásig (a berendezés, hálózati elem tervezett élettartamáig).

**Felújítás:** A hálózati elemek öregszenek. Ez az üzemzavarok számának növekedésével jár együtt. Karbantartással az üzemidő némileg meghosszabbítható, de a felújítás előbb - utóbb szükségszerű. A felújítás nem változtatja meg a hálózatok villamos paramétereit, csupán egyes alkatrészek cseréjére kerül sor.

**Rekonstrukció:** Rekonstrukcióról akkor beszélhetünk, ha az adott hálózati elem teljes átépítésre kerül. Rekonstrukcióval a hálózati elem villamos tulajdonságai megváltoznak. Mik indokolják a rekonstrukciót:

- terhelési viszonyok megváltozása
- hálózat szerkezete, üzembiztonsági mutatók romlása
- hálózat veszteségek csökkentése.

## **Minden beavatkozáshoz a kiválasztást a hálózat minősége és megbízhatósága, valamint a fogyasztói igények határozzák meg.**

A hálózat minőségének és megbízhatóságának vizsgálata során az alábbi jellemzők értékelésére van szükség:

- statikus műszaki jellemzők (típus, életkor)
- hálózati bejárások adatai
- sérülési és meghibásodási statisztikák
- MEH mutatók alakulása
- hálózati műszaki veszteségek
- diagnosztikai adatok (zaj, minőség, EMC, stb.)

## Meghatározások:

- megbízhatóság: a hálózati berendezésnek az a képessége, hogy előírt funkcióját adott feltételek között ellátja az adott időszakban,
- meghibásodás: olyan esemény, melynek során a berendezés elveszíti azt a képességét, hogy előírt funkcióját ellátja,
- hiba: a berendezésnek az az állapota, amelyben nem tudja az előírt funkcióját ellátni
- meghibásodási ráta: annak a valószínűsége, hogy a berendezés meghibásodásának időpontja egy meghatározott időpontban következik be,
- javítási ráta: annak valószínűsége, hogy a berendezés javítása adott időintervallumban fejeződik be
- átlagos javítási idő: az adott berendezés éves üzemzavari idejének átlaga
- rendelkezésre állás: a berendezésnek az a képessége, hogy adott időpontban, képes ellátni előírt funkcióját.

## Egy hálózati szakasz, elem megbízhatóságát alapvetően két módon vizsgálhatjuk:

- hálózathossz arányosan az adott berendezés típusra jellemző fajlagos értékek figyelembevételével. Ez egy durva módszer, hiszen úgy tűnik, hogy minden vezeték azonos megbízhatóságú, a különbség csak a hosszából adódik.
- az adott szakasz elemeinek megbízhatósága szuperponálódik egymásra. Az elosztóhálózatok többsége sugaras rendszerként üzemel, bár néhol hurkokkal is találkozunk. A sugaras rendszerek az állomás és a fogyasztó között soros elemekből állnak. A soros elemek (vezeték, megszakító, transzformátor, szakaszoló, biztosító, stb.) bármelyikének meghibásodása a fogyasztó kieséséhez vezet. Szakaszolással a hibás hálózatrész izolálható, ezzel lehetővé válik a hálózat minél nagyobb sértetlen részének táplálása.



## Lehetséges módszerek:

- **Markov modell:** a jövőbeli állapot csak a jelentől függ, a múlttól nem (csak a jelenen keresztül). A hálózati elemek kétállapotú modellel írhatók le (jó és rossz), amelyek között az átmenetet a meghibásodási-, illetve a javítási ráta határozza meg (beüzemelési szakasz - gyári hibák, középső szakasz – meghibásodás azonos, állandó értékű – harmadik szakasz az „öregedés”, amelyet folyamatos karbantartással lehet „kiegyenesíteni”).
- **Logikai módszer:** megmutatja, hogy a rendszer egyes elemei milyen módon vesznek részt a rendszer működésében. Legegyszerűbb alakzatok a soros és párhuzamos rendszerek. Sorosnak tekinthető, ha a hálózati elemek bármelyikének meghibásodása a rendszer meghibásodását idézi elő, vagyis az elemek mindegyikének működnie kell ahhoz, hogy a rendszer működjön. Párhuzamos, ha elegendő egynek a működése ahhoz, hogy a rendszer működjön, vagyis az összesnek meg kell hibásodnia ahhoz, hogy a rendszer meghibásodjon.

A soros vagy párhuzamos rendszer nem jelent okvetlenül topológiailag is soros, vagy párhuzamos rendszert.

**Monte – Carlo módszer:** A rendszer elemeinek működési és üzemképtelenségi ideinek valószínűségi eloszlásának ismeretében véletlen szám generátor segítségével hosszú távon szimulálható minden egyes elem életciklusa, a működési és üzemképtelenségi idők egymásutánisága. Ebből tetszőleges megbízhatósági mutatók számíthatók.

**Analitikus módszer a kockázat vizsgálatára:** a sugaras elosztórendszerek kockázatbecslésére szolgáló analitikus módszereket évek óta széles körben alkalmazzák. Ha az egyes fogyasztói pontok mutatóit ismerjük, adatként vagy megbízhatósági számítások eredményeképpen, ezek felhasználásával a rendszer indexei meghatározhatóak (SAIFI, SAIDI, CAIDI).

## Karbantartás:

A legtöbb hálózati elemet rendszeresen karbantartják. Ennek következtében alacsonyan tartható az adott elem meghibásodási rátája, de a karbantartási idő alatt az adott elem nem üzemel, így ha az egybeesik a rendszer egy másik elemének véletlen kiesésével, nő a rendszer üzemzavar esélye. Azzal a feltételezéssel végzik, hogy azok előnyei nagyobbak, mint a hátrányai.

Karbantartási feladatok (bejárás, mérés, javítás, tisztítás, készülék csere, stb.)

- javító karbantartás, csak az elemre koncentrálnak,
- megelőző karbantartás.

A megbízhatóság alapú karbantartást a költségek csökkentése mellett a biztonság megtartásának irányába ható elvárások határozzák meg.

A költségek között a legnagyobbak egyike a karbantartás.

Hogyan csökkenthetők ezek a költségek?

## Költségcsökkentés módszerei:

- a karbantartási alternatívák összehasonlítása
- legkisebb kockázatú karbantartási terv kiválasztása
- a karbantartási tevékenység időzítésének és időtartamának meghatározása (a fogyasztó szempontjából közel azonos ha üzemzavar, vagy ha tervszerű munkaként nincs energia szolgáltatás, FAM)
- megelőző, vagy javító karbantartás? Megelőző karbantartást általában a rendszer fő elemeire alkalmazzák, kevésbé fontos elemeket csak javítják. A megelőző karbantartások halogatása eredményeként megnő a javítások valószínűsége.
- elemek rangsorolása. Az elem értéke megbízhatósági szempontból azonos azzal a kárral, amely a rendszerben az elem hiányakor keletkezik (nemzetgazdasági kár kérdése).

## **Az áramszolgáltatók jelenlegi karbantartási gyakorlata:**

- Tervezett karbantartások: a karbantartási időközök és időtartamok jelentős szórást mutatnak. Ciklikus eljárást ritkán, illetve egyes elemekre alkalmaznáj alkalmaznak.
- Megelőző karbantartás (azaz szükség esetén): a leggyakrabban alkalmazott eszköz a szükségesség megállapítására a periodikus felülvizsgálat. A felülvizsgálati ciklusok eltérőek. Másik módszer a folyamatos ellenőrzés (általában a nagyértékű eszközöknél). A diagnosztikai eszközök között szerepelnek a gáz és olaj elemzések, túlfeszültség ellenőrzés, hőmérséklet mérés, szigetelés vizsgálat, érintkezők átmeneti ellenállás vizsgálata, feszültség próba, stb..

## Megbízhatósággal és karbantartással kapcsolatos matematikai modellek:

- Matematikai modellek használata: a legegyszerűbb karbantartási gyakorlat a készülékek gépkönyve, vagy hosszú távú tapasztalatok szerinti utasítások halmaza. Matematikai modellekkel lehet a karbantartásnak a megbízhatóságra gyakorolt hatását meghatározni.
- Kiesési modellek: a komponensek meghibásodását két csoportba lehet sorolni, véletlen kiesések és az elhasználódás következtében történő kiesések. Az öregedési folyamat leírása bonyolult folyamat, amelyet vagy időtartam, vagy fizikai jelek alapján lehet bemutatni
- Elhasználódás fokának megállapítása: a karbantartást szükség szerint kell végezni. A szükségességét periodikus, vagy folyamatos felülvizsgálat alapján kell meghatározni. Ehhez diagnosztikai eljárások és technikák szükségesek, amelyekkel a rendellenességek feltárhatók.

A szükség szerint végzett karbantartásokhoz rendszeres ellenőrzésekre van szükség, hogy a karbantartást még a készülék meghibásodása előtt lehessen elvégezni.

Az „előrelátó” karbantartás lehetővé teszi:

- a kiesések csökkentését,
- rugalmasabb üzemvitelt
- jobb üzemanyag felhasználást
- hatékonyabb tartalék alkatrész gazdálkodást.

A folyamatos felügyelet, vagy folyamatos ellenőrzés biztosítja a megfelelő működést és jelzi a rendellenességeket, amelyek a hibára utalnak. Ha a költségek nem túl nagyok, a folyamatos felügyelet gazdaságosabb.

A megbízhatósági vizsgálatokhoz szükséges az egyes hálózati elemek meghibásodási rátája és átlagos javítási időtartama.

Üzemzavari okok, sérült berendezések változása, hogyan néz ki a gyártók garantált élettartama?

Vizsgálatokhoz a hálózat olyan mértékben bontható apróbb elemekre, ahogyan az adatok rendelkezésre állnak. Egy minta:

Év	Kiesés	Idő óra/év	Kiesés	Idő óra/év	Kiesés	Idő óra/év
1999	22	30,15	58	275,2	286	515,2
2000	26	38,65	44	212,8	258	466,9
2001	32	37,3	145	647	306	776,6
2002	28	70,39	111	434,4	273	549,2
2003	27	29,31	40	134,8	251	474,2
2004	21	32,06	24	76,6	302	863
Átlag	26	40	70	297	279	608



A táblázat adataiból számíthatók berendezésenként (típusonként):

- meghibásodási ráta
- javítási ráta.

A paraméterek a különböző üzemidejű elemek együttes átlagaként adódnak.

Egy lehetséges megoldás, ha ezeket az értékeket a vizsgált hálózati elemek élettartama során állandónak tekintjük.

A valóságban az elemek meghibásodási rátája az idő függvényében változik (un. kádgörbe). A kádgörbe a karbantartások nélküli meghibásodási rátákat mutatja.

Az üzemzavari statisztikákból a különböző üzemidejű készülékekre nyerhetünk meghibásodási rátákat, ezek azonban a mindenkori karbantartási gyakorlat szerinti állapotokat tükrözi (pl. OK)

Sajnos a jelenlegi adat nyilvántartási gyakorlat nem, vagy bizonytalanul támogatja ezt a vizsgálatot.

## Összefoglalás:

A minőségi energiaszolgáltatás követelménye mellett a jövőben a költségek hatékony felhasználása fontos szempont lesz. A teljes rendszer megbízhatósági mutatója befolyásolja az energiaszolgáltatás színvonalát, az üzemeltetési, karbantartási költségek alakulását.

A hálózatok minősítése a hálózati elemekről gyűjtött információk (meghibásodási adatbázis) valamilyen matematikai modellel történő feldolgozásával lehetséges.

A minősítés annál hatékonyabb, minél részletesebb adatok gyűjtését tudjuk megvalósítani .

A hálózati elemek megbízhatóságánál az időtényező figyelembe vétele is fontos szempont, ezért a meghibásodott elemeknél szükséges lenne az életkor meghatározására is.

A sérült elemek értékelésénél figyelembe kell venni az okokat is, hiszen a véletlen, vagy szándékos rongálás, időjárás hatását nem, vagy csak áttételesen szabad figyelembe venni.

**Köszönöm szíves figyelmüket**