



## Black-out és rendszer-helyreállítás a villamosenergia-rendszerben

2014. október 2-án rendezte meg az Energetikai Szakkollégium az őszi, Bánki Donátról elnevezett félévének előadását, amelyet a MAVIR Zrt. munkatársai, Kapás Mihály (Országos Diszpécser Szolgálat osztályvezető), Zerényi József (Rendszerirányítási főmunkatárs) és Decsi Gábor (Országos Diszpécser Szolgálat, üzemirányítási üzemvezető) tartott a villamosenergia-rendszer összeomlásáról, a megfigyelhető jelenségekről, illetve az üzemzavar elkerüléséről.

### Veszélyek a villamosenergia-rendszerben - Kapás Mihály

#### A villamosenergia-rendszer biztonsága és veszélyhelyzetei

A technika fejlődésével évről-évre egyre nagyobb igény mutatkozik a villamos energia iránt. Ma már elképzelhetetlennek tűnik, hogy akár csak 1-2 órára elektromos áram nélkül maradjunk. Nem csak munkahelyeinken, otthonaikban okoz kellemetlenséget, hanem az iparban is hatalmas bevételkiesést eredményezhet a villamos energia hiánya. Az ilyen szituációk elkerüléséhez biztonságosan üzemelő villamosenergia-rendszerre van szükség.

Egy ilyen összetett hálózat számos komponensből áll, az üzemszerű működést számos tényező befolyásolja: ide tartozik az energetikai berendezések megfelelő működése, adatvédelem, fizikai védelem, vagy a személyzet megfelelő hozzáértése is. Figyelembe kell venni, hogy egy ilyen struktúrát nem lehet napról napra változtatni ezért hosszú távra, több tíz éves időszakokban



1. ábra: Szél okozta kár

gondolkodva tervezik. Természetesen, annak érdekében, hogy a felhasználók ellátottsága folyamatos legyen, nem veszélyeztetheti semmilyen egyszeri esemény a rendszer biztonságát. Ezért a MAVIR Zrt. munkatársai előrejelzéseket készítenek éves, havi, heti és napi bontásban. Az előrejelzések egyik részről a rendszerterhelés (fogyasztói statisztika) és a hálózatikikapcsolások, másik részről pedig az erőművi menetredek és a külföldi hálózatokkal folytatott tranzitok alkotják az alapját, azonban sok tényező okozhatja ezeknek az előrejelzéseknek a pontatlanságát. Ilyenek például a hálózati üzemzavarok, az időjárás változásai, a mérlegkörök alakulása, illetve a rendszerszabályozás szükségessége. A pontatlanság ellenére is fontos az N-1 elv betartása, azaz egy átviteli vagy termelő berendezés kiesése nem okozhat az egész rendszerre kiterjedő üzemzavart.



2. ábra: Villamosenergia-rendszer Közép-Európa északi részén

Egy ilyen, egész Európára kiterjedő hálózat nem működne megfelelően jól definiált szabályok nélkül. A termelők, szállítók, szolgáltatók egységes rendszerben, azonos követelmények szerint működnek. A pontos előírásokat az ENTSO-E kézikönyvének különböző fejezetei tartalmazzák, melyek többek között kitérnek a teljesítmény-frekvencia szabályozástól kezdve, az üzembiztonságon keresztül a kommunikációs infrastruktúrára is.

A kézikönyv pontos betartása mellett is előfordulhatnak üzemzavarok, melynek gyakori okai a természeti csapások, informatikai meghibásodások, vagy éppenséggel szándékos károkozások (baleset, lopás).



3. ábra: Munkagép által okozott rövidzár

### **A rendszer részleges, vagy teljes összeomlásához vezető események**

A Black-out vagy más néven a villamosenergia-rendszer összeomlása reális veszélyt jelent. Egy ilyen összeomlás legtöbbször csak egy kisebb problémával kezdődik, amely elviekben nem kellene, hogy a rendszer teljes összeomlásához vezessen. Azonban, ahogy a mondás is tartja, „a baj nem jár egyedül”. Pl. a 2006-os novemberi nagy európai összeomlás egy tervezett, 380 kV-os távvezeték lekapcsolásával kezdődött. A kapcsolást azonban két órával az előre egyeztetett időpont előtt végezték el. Ezen felül az operátoroknak nem volt megfelelő valós-idejű hozzáférésük az adatokhoz, amely még inkább nehezítette a gyors reagálás lehetőségét. Ugyanis ha az esemény bekövetkezik, fontos annak azonnali észlelése, gyors értékelése és következményeinek megelőzése, illetve csökkentése, ami akár fogyasztói korlátozásokkal is járhat. Az európai villamosenergia-rendszer a távvezeték lekapcsolását követően fél percen belül három részre szakadt.



4. ábra: Három részre szakadt Európa villamosenergia-rendszere

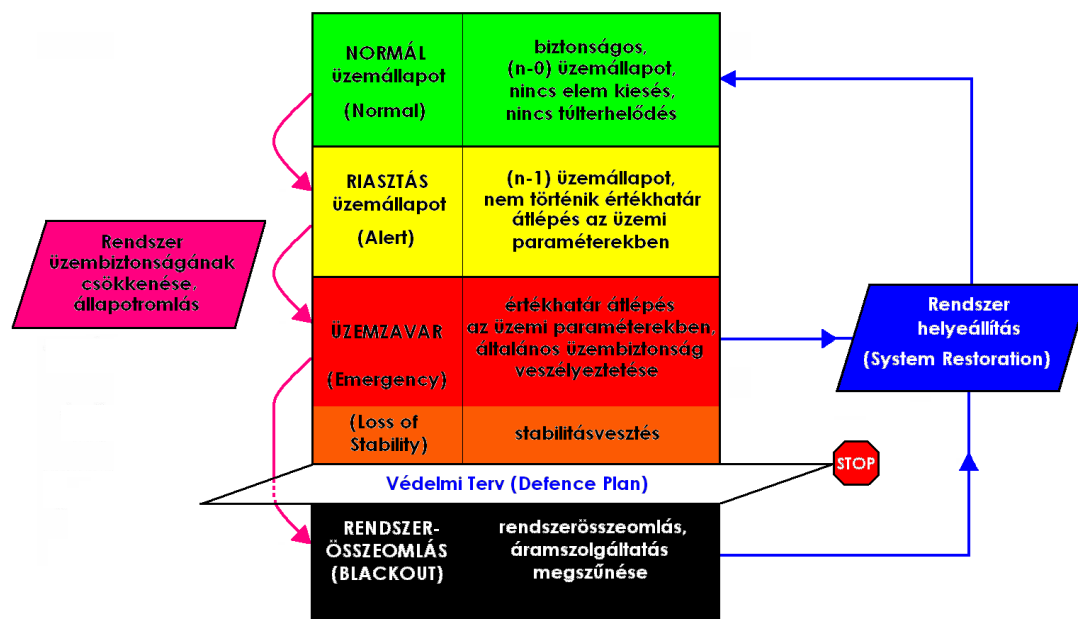


Hazánkban is előfordult már egy 860 MW-os teljesítmény kiesése. Az eset szerencsére az esti órákban történt, így nem keletkezett belőle komolyabb üzemzavar, black-out.

## Rendszer-helyreállítás - Zerényi József

### Rendszer-üzemzavarok és az üzemzavarokhoz vezető helyzetek elemzésének eszközei, módszerei.

A Magyar Villamosenergia-Rendszerben (VER) öt állapotot különböztet meg.



5. ábra: A VER üzemállapotai

*Normál állapotban* minden, a VER üzemére jellemző állapotváltozó, a frekvencia, a feszültség és a terhelési értékek az előírás szerinti intervallumokon belül helyezkednek el mind alap, mind túlterhelt üzemállapotban.

*Riasztás üzemállapotban* a VER-ben a jellemző állapotváltozók ugyan a megadott határértékeken belül vannak, de a túlterhelődés kedvezőtlen hatással van a szomszédos rendszer(ek)re. Legalább egy, túlterhelődéssel járó esetben az (n-1) biztonság nem érvényesül. A lehetséges javító intézkedések megtörténtek és a rendszerirányító lehetőségei a továbbiakra nézve kimerültek.

*Üzemzavar* esetén a rendszer jellemző állapotváltozói kívül kerülnek az elviselhetőség határán, a VER üzemállapota jelentősen kihat a szomszédos energiarendszer(ek)re. A frekvencia, az átviteli és a feszültség határértékek nem teljesülnek. Az általános megbízhatóság pedig veszélybe kerül.

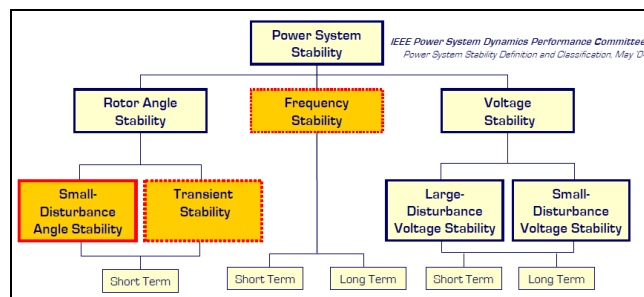
*Rendszerösszeomlás (Black-out)* az átviteli hálózat olyan állapota, amit a feszültség szinte teljes hiánya jellemez, ennek következtében a fogyasztói terhelés megszűnik, nagyterőművi termelő egységek lekapcsolódnak és házi szigetüzemben működnek. A rendszerösszeomlás lehet részleges (amikor az

együttműködő rendszer(ek) egy részét érinti), de lehet teljes, az egész együttműködő rendszeregyesülésre kiterjedő.

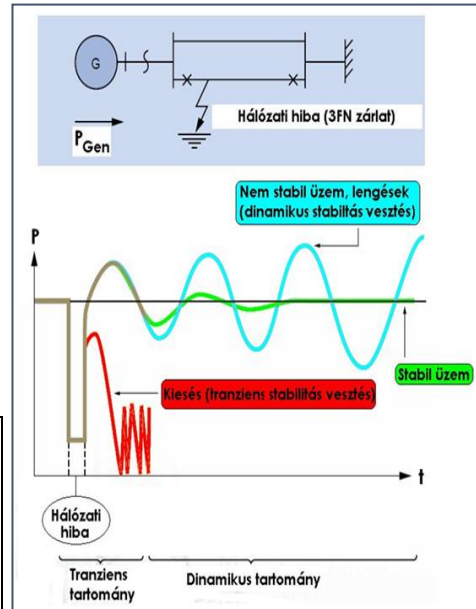
*Rendszerhelyreállítás* az energiarendszer olyan állapota, amikor a feszültség alatti területen a frekvencia és a feszültség az előírt tartományon belül van, és a fogyasztók/erőművek csatlakoztatása a rendszerirányító irányítása alatt, tervének megfelelően, történik.

### Üzemzavarok során megfigyelhető jelenségek

A VER üzemét befolyásoló jelenségek a túlterhelődések (feszültség összeomlás), melyek ellen feszültségfüggő terheléskorlátozással védekeznek. A terheléskorlátozás mellett az erőművi forráskiesések és az önmaguktól felgerjedő rendszerközi lengések is jelentősek.



7. ábra: Stabilitási problémák kategorizálása



7. ábra: Erőművi gépegyeség üzeme hálózati hiba esetén

### Rendszer- Helyreállítási Terv (RHT), rendszer-helyreállítás

A Rendszer- Helyreállítási Terv tartalmazza mind azokat a rendszerirányítói tevékenységeket, amelyek megtétele szükséges a VER normál üzemének helyreállításához nagy rendszerüzemzavar(oka)t vagy rendszerösszeomlást követően. Amint a VER a rendszerösszeomlás állapotába került, a Rendszer-Helyreállítási Tervet amilyen gyorsan csak lehet, el kell kezdeni megvalósítani. Hasonlóképpen a rendszer-helyreállítás folyamatának tekinthető egy nagy üzemzavart követően a normál üzemállapotba való visszatérés is. Egy rendszer-összeomlási folyamat során a nagyerőművi gépegyeségek automatikusan leválnak a hálózatról és házi-szigetüzemben működnek tovább. A gépegyeségek háziüzemi fogyasztással (5 - 8 %) történő szigetüzemének fenntartása általában időben korlátozott (hagyományos hőerőművi blokkok esetén 20-40 perc).

A rendszer-helyreállítás során a következő tevékenységek párhuzamos elvégzése szükséges:

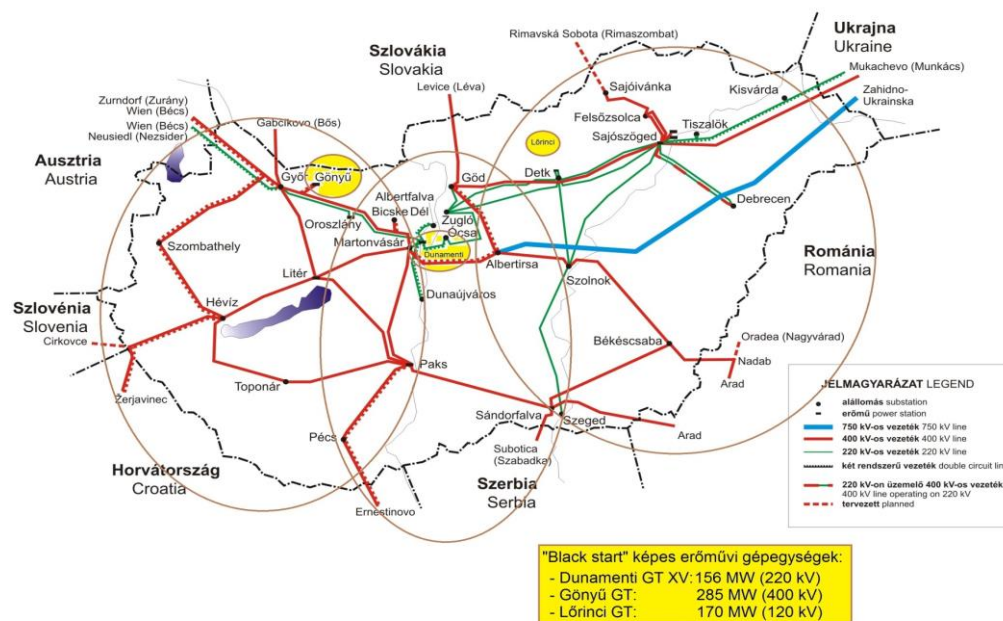
- külső feszültség nélküli indulási („black-start”) képességgel rendelkező blokkok indítása,
- átviteli hálózati „gerinc” kialakítása a szomszédos rendszerekkel való kapcsolat újrafelvételéhez,

- hálózati útvonalak előkészítése és felépítése az erőművi blokkok újraindításához,
- házi szigetüzemmel működő erőművi blokkok újraszinkronizálása,
- leválasztott és az újra felépítés során kialakított rendszerreszek reszinkronizálása,
- fogyasztói terhelések fokozatos visszakapcsolása.

## A magyar villamosenergia-rendszerhelyreállítása black-out után - Decsi Gábor

A rendszerhelyreállítás esetén a legfontosabb felismerni az adott helyzetet, annak érdekében, hogy arra megfelelő módszerekkel lehessen reagálni. Ezt a 2006. november 4-ei lengyelországi példa is jól mutatja, ahol magas terhelés mellett kevés meddő teljesítmény volt a rendszerben. Az rendszerirányítók rossz irányba kezdték el a szabályzást, ami a rendszer összeomlásához vezetett.

A helyzet felismerése után fontos lépés, hogy készüljön egy terv a rendszer helyreállítására, továbbá hogy az addig még ép részeit a rendszernek stabilizálni tudják, azok már ne essenek ki. Ha már sikerült egyes részeket újra feszültség alá helyezni, lényeges, hogy ezek a területek stabilak is maradjanak. Black-out esetén természetesen legelőször az erőműveket kell újraindítani. Ezek jelentős hányada azonban nem tud „csak úgy magától” újraindulni, hanem ahhoz jelentős villamos energia szükséges, melyet más erőművek biztosíthatnak. Alulról felfele építkezik a rendszer, azaz először a kisebb egységek kapcsolódnak be az energiatermelésbe, majd fokozatosan a nagyobbak. Magyarországon három erőmű képes a black-startra, a Dunamenti, a Gönyűi és a Lőrinczi gázturbinás blokkok.



8. ábra: Építkezés – alulról felfelé

## **Záró gondolatok**

Ahogy azt a MAVIR Zrt. munkatársaitól megtudhattuk, sok tényező együttállása szükséges ahhoz, hogy megtörténjen a "baj", ezért nagy kiesések szerencsére csak ritkán alakulnak ki. Ha mégis bekövetkezik a black-out, akkor egy igen komplex, sok tapasztalatot igénylő feladat a rendszert feszültségmentes állapotból újra helyreállítani.

**Csondor Bálint**  
az Energetikai Szakkollégium tagja