

ENERGETIKAI RENDSZEREK POLGÁRI VÉDELME

Absztrakt

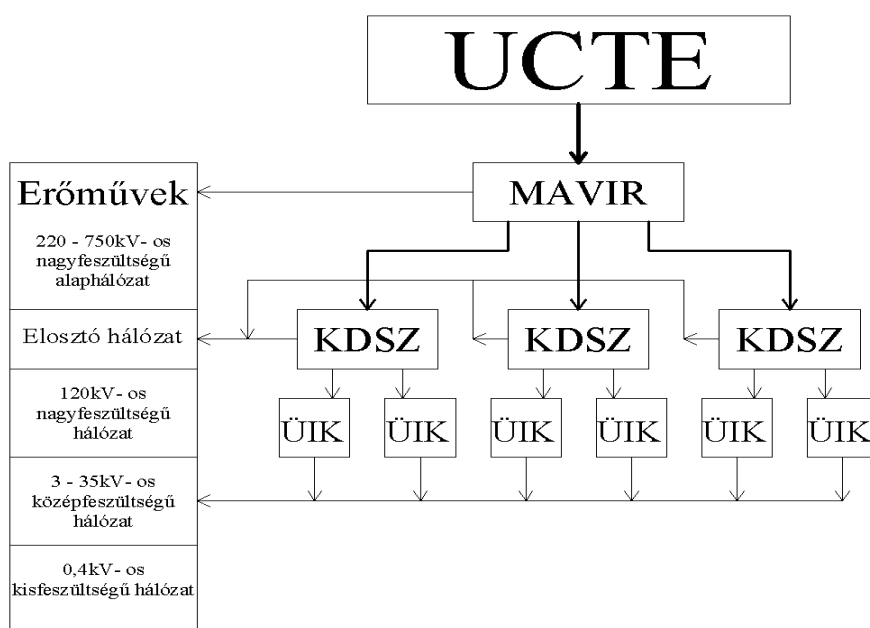
Az elektromosság a 18. század egyik nagy vívmánya, ha nem a legnagyobb. A világ rohamos fejlődésével szinte minden emberhez és minden háztartáshoz eljutott az energetikai rendszereknek hála. Éppen ezért megléte már-már alapvető emberi szükséglet, hiányát azonnal megérezzük. A 21. századra az energetikai rendszerek jelentősége felbecsülhetetlenné vált. Erre a radikális szervezetek is hamar rájöttek, egy-egy ország könnyedén megbénítható a villamos energia rendszert ért hatásos támadással. Ezért az elektromos hálózat védelme ebből a szempontból kulcsfontosságú. Jelen írás az energetikai rendszert ért szabotázs akciók elleni védekezés lehetőségeiről szól, mellőzve a katonai eredetű beavatkozásokat, kifejezetten a polgári védelemre szorítkozik.

The electricity is one of the great achievements of the 18th century, if not the greatest. Developing of the world the electricity has reached for every man and every households. Therefore the existence of electricity is basic human need, if be absent we immediately feel it. The energetigy system's importance was increased in 21th century. The radical organizations are realized for this thinks, one country easialy crippling with an effective attacks. The energy system's protecting are very essential. This article use for energetics system only citizen defense, exclude the military interventions.

Kulcsszavak: *energetikai rendszerek, polgári védelem, szabotázs, interkontinentális energetikai rendszer ~ energy systems, civil defense, sabotage, intercontinental energy system*

AZ ENERGETIKAI HÁLÓZAT

Az energetikai hálózat a villamos elosztás és szállítás egyik alappillére. Kiterjedését tekintve megkülönböztethetünk: helyi, országos, több országra kiterjedő nemzetközi szervezetek, és interkontinentális hálózatokat. Helyi méretű hálózatok esetén beszélhetünk az aggregátoros rendszerektől kezdve a nagyobb több napelemes modul tartalmazó szigetüzemű rendszerekig. Ezek rendszerint alacsony hatásfokú néhány KW teljesítményt szolgáltatni képes lokális hálózatok. Vezérlést és szabályzást tekintve minimális elektronika illetve egy inverter szükséges. Az országos szintű hálózat esetén több erőmű és jóval bonyolultabb szabályzás szükséges az ipari és polgári energiaszükséglet kielégítéséhez. Magyarország beépített villamos tartaléka 8600MW, mely nem fedezi az ország energiaszükségletét ezért importra szorul. A rendszer irányítása jelentős szakértelmet igényel, melyet a MAVIR felügyel. A MAVIR egyedül ennek a hatalmas rendszernek a felügyeletére egyedül nem képes, ezért egy modell segítségével több kisebb beavatkozó szerven keresztül éri el célját. Tehát az irányítórendszer felépítése a következő:



1. ábra. Magyar energetikai hálózat

A rendszerirányító köré épülő alegységek a KEK, a KDSZ és az ÜIK. A kezelőközpont, és a körzeti diszpécser szolgálat magát az elosztó hálózatot üzemeltetik, míg az üzemirányító központ a közepfeszültségű hálózat irányítását végzi. [1]

A MAVIR a következő fő célokkal rendelkezik:

- a hálózat fejlesztése és üzemeltetése
- energia kereskedelem
- távlati célok megfogalmazása

A következő nagy csoport a több ország villamos energia ellátását irányító nemzetközi szervezetek, mint pl.: az UCTE. Ezen szervezet az Európai Unió országait gyűjti egy csokorba. Az európai hálózat 450 millió lakosát látja el energiával. A rendszer beépített összteljesítménye több mint 600GW.

A jövőbeni távlatokat megcélzó törekvések között szerepel egy nagy interkontinentális hálózat kiépítése, ami a teljes európai hálózatot az Ibériai-félszigeten és az arab országokon keresztül köti össze észak Afrikával. Ezen törekvések elképesztő mértékű energetikai rendszert eredményeznek. Az energetikai hálózat a következőképpen bővül:[2]

Ország	Beépített teljesítmény (GW)	Népesség (fő)	Ország	Beépített teljesítmény (GW)	Népesség (fő)
Marokkó	2	32.725.847	Szaúd-Arábia	55	29.200.000
Egyiptom	18	74.033.000	Irak	27	28.945.000
Algéria	11,2	37.900.000	Libanon	2,038	4.822.000
Tunézia	4,024	10.074.951	Szíria	7,8	22.530.746
Líbia	6,8	6.202.000	Törökország	61,151	78.785.548
Izrael	11,664	8.134.100	Jordánia	18,73	6.534.300

1. táblázat. Észak-Afrikai és az Arab országok adatai

Az ilyen módon létrejövő hálózat beépített teljesítménye hozzávetőlegesen 230GW-al növekszik meg. A fogyasztás szempontjából lényeges állampolgárok száma pedig közel 340 millió fővel bővül. A legnagyobb problémát viszont nem csak elsősorban a hálózat mérete és szinkronizációja okozza, hanem az újonnan csatlakozott országokban fellelhető szélsőséges csoportok beavatkozásai. Mivel egy olyan hálózatról beszélünk, ami közvetlenül Európára is kihat. Legyen az bármilyen eredetű esemény, a legapróbb erőműi kiesés, távvezeték rongálás illetve egyéb kulcsfontosságú létesítmény elvesztése, teljes rendszer instabil működését legrosszabb esetben annak leállításához vezethet. A következőkben olyan energetikai megoldásokat, technológiákat mutatok be, amik a gyakorlatban már bizonyítottak és megnehezítik a rendszert támadók dolgát.

AZ ENERGETIKA ESZKÖZRENDSZERE

Az energetikában és az energetikai szállítás során eltérő feszültség szinteket használnak, ebből kifolyólag eltérő formájú és rendeltetésű oszlopokat, biztonsági rendszereket használnak. A leggyakrabban alkalmazott feszültség szintek Magyarországot alapul véve a következők:

- kiefeszültség: 230V illetve a 0,4kV
- közepfeszültség: 3kV, 6kV, 10kV, 20kV, 35kV
- nagyfeszültség: 120kV, 220kV, 400kV, 750kV

Jelen feszültség szinteknek megfelelően több vezetékre van szükségünk az előírt teljesítmény átvitelére. Minél magasabb feszültség szintet viszünk, át annál kevesebb veszteséget könyvelhetünk el. Azonban egy 750kV-os rendszerben található vezeték keresztmetszete eléri az 1600mm²-et, de csak egyetlen kábelre van szükségünk. Az így átvihető teljesítmény 2GW. Ehhez képest egy 400kV-os kábellel átvihető teljesítmény 1GW, amit két egyenként 1200mm²-es vezetékkel juttathatunk el a rendeltetési helyére. Egy 330kV-os alhálózat esetén ezen értékek tovább romlanak. Ezen rendszer zavartalan működéséhez hat érre van szükség 600mm²-es keresztmetszettel. Most, hogy a műszaki paramétereket áttekintettük nézzük meg a gazdasági oldalát. Tekintsük a 750kV-os rendszert egységnyinek, ehhez képest a 400kV-os rendszer 1,5 szeres költségekkel bír a vezetők szempontjából illetve 1,5 szeres a kábelben eső veszteség is. Ezen értékek a kisebb feszültség esetén erősen romlanak a költségek több mint kétszeresére nőnek, míg a veszteségek is hasonlóképpen változnak.

Ahhoz, hogy a vezetők megfelelő távolságban legyenek az infrastruktúrától illetve az élő környezettől tartó rendszerre van szükség. Ezek terhelése szintén eltérő illetve használatuk jelentősen függ az átvinni kívánt feszültség szinttől. A következőkben tekintsük át a legfontosabb oszlop típusokat mind műszaki mind pedig biztonsági szempontból. Elsősorban megkülönböztetünk:

- fa
- beton
- acél

- egyéb speciális anyagból készült oszlopokat.

A rendszer legsérülékenyebb pontja az oszlopok. Odakint helyezkednek el a nyílt terepen mennyiségükből adódóan közvetlen védelmük nem megoldható. A megfelelő anyag kiválasztásával javítható az állóképessége, de a végtelenségig nem. Az első oszlopok még fából készültek, azonban néhány helyen még mindig alkalmazzák. Ezen szerkezetek a legsérülékenyebbek nemcsak gyűlékonyságuk, hanem teherbírásuk is csekély. Alkalmazása nem javasolt biztonságilag kritikus területeken.

A beton oszlopok jóval nagyobb teherbírásúak. Több típust is kifejlesztettek az évek alatt. Az egyik ezek közül a pörgetett gerincű oszlop. Ha metszetből figyeljük, akkor teljesen kör alakú tömör betonból készült szerkezet. Az időjárási viszonyoknak rendkívül ellenálló. Megfelelő talapzattal igen ellenálló rendszer építhető ki belőle.

Az acél illetve vas-beton szerkezetek a legnagyobb teherbírású rendszerek alapjai. A legtöbb nagyfeszültségű hálózatok is ilyen tartóoszlopokból épül fel. Felépítésük rendkívül változatos, egyrészt függ a vezetők számától, a környezeti behatásoktól és az átvinni kívánt teljesítménytől. Néhány oszlop a teljesség igénye nélkül:

- boglár rendszerű
- földvár rendszerű
- mátra rendszerű
- duna rendszerű

Az oszlopok legalább négy ponton támaszkodnak a talapzaton. Az alap kivitelezése jelentősen függ a talaj minőségétől, illetve az oszlop igénybevételétől. Anyagát tekintve vasbeton szerkezet. A vas-beton oszlopok az egyik legbiztonságosabb megoldások közé tartoznak. A több köbméteres vas-beton alap rendkívül stabil tulajdonságot kölcsönöz a rendszernek.

Az egyéb speciális anyagokból készült oszlopokhoz a legújabb fejlesztések sorolhatók. Gondolok itt az alumíniumból, és az üvegszálal anyagból készült tartókra, melyek magas árak miatt kevésbé terjedtek el.

Az előzőekben felsorolt oszlop típusok rendszerint több kivitelben készülnek attól függően, hogy milyen a távvezeték hálózatban betöltött szerepük. Ebből a szempontból a következő megoldások születtek:

- tartó oszlop
- feszítő oszlop
- saroktartó oszlop
- sarokfeszítő oszlop
- végoszlop
- elágazó, leágazó oszlop

Az oszlopokhoz a vezetőköt közvetlenül nem lehet elhelyezni mivel azok csak elengedhetetlen esetekben szigeteltek. Erre különböző szigetelő csigákat alkalmaznak. Ezzel el is érkeztünk a hálózat egyik legkritikusabb biztonsági pontjához. A szigetelők anyaga legtöbbször kerámia, amik az eltérő feszültség szintektől függően több is összeszerelhető egyetlen egységbe. Kiindulva abból a tényből, hogy a kerámia elég jó szigetelő kellőképpen rideg ez által törékeny. Az ebből adódó meghibásodások ennél az elemnél a leggyakrabbak. Nem az anyag elfáradása okozza a problémát, hanem a szigetelők ellen irányul vandalizmus növekedett meg. Igen jó célpontot nyújtanak a „kósza” lövedékeknek. Azonban a fejlesztéseknek hála mára már készülnek üvegszálal és egyéb kompozit anyagokból is melyek közel azonos átütési szilárdság mellett kellően magas mechanikai szilárdságot biztosítanak. A már említett tartószerkezetekkel eltérő villamos topológiák építhetőek, melyek védelmi szempontból rendkívül hatékony megoldások. Akár fontos pozícióban lévő oszlopok elvesztése esetén sem esik szét a hálózat szinkronja. A következőkben ezen topológiákat mutatom be a biztonságtechnika szemszögéből.[3]

Hálózati topológiák

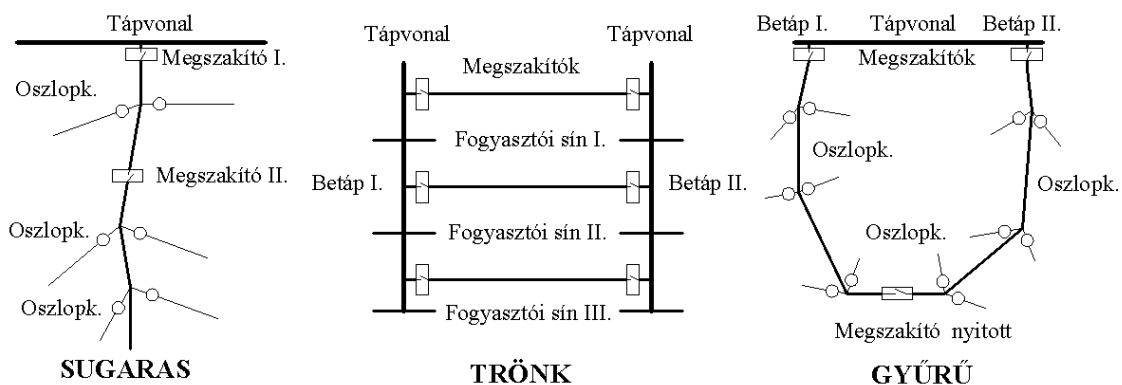
A hálózati topológiák a rendszer adott pontjai közötti logikai kapcsolatot írják le. Több ilyen kapcsolatot is megkülönböztetünk:

- sugaras
- párhuzamosan kapcsolt
- gyűrű
- körvezetékes
- ívelt
- többszörösen hurkolt

A sugaras elrendezés rendkívül népszerű megoldás költségkímélő mivoltából adódóan. Sajnos a biztonsági oldalról már pontosan ennek ellenkezője valósul meg. Ezen megoldás a legsérülékenyebb mivel a megtáplálás csak egyetlen oldalról történik. Kialakítása olyan, hogy létrehozunk egy fővonalat és abból oszlopkapcsolókon keresztül ágaznak le a vezetékek, illetve tartalmazhat egy vagy több szakaszolót, megszakítót. Az oszlopkapcsolókon keresztül az egyes ágak leválaszthatóak a szervizelés idejére. A sugaras logika bármely a főágot ért támadás esetén az energia ellátás megszűnik, kivéve, ha az kiszakaszolható. A kiesett terület ellátása azonban hosszú időre kieshet.

Párhuzamos úgynevezett trónkolt megoldás esetén a rendszer két adott pontját több azonos vezeték köti össze. A megtáplálás egy vagy két oldalon is történhet. Bármely kiesés esetén a többi kábel át tudja venni a feladatot, természetesen egy adott terhelésig. Költséges megoldás csak rövidtávú nagyteljesítményű energiaátvitelre alkalmazzák.

A gyűrű topológia tulajdonképpen egy speciális sugaras megoldás, mivel két sugaras rendszer találkozik és a kapcsolódási pontjukban egy megszakító van elhelyezve. Alapesetben egy buszról ágazik le a két sugár és egyetlen táplálási ponttal biztosítja az energia ellátást. A sugaras hálózathoz hasonlóan itt is oszlopkapcsolókkal megoldottak a kisebb leágazások. Azonban az eddigiektől eltérően, bármely szabotázs akció esetén mely egyszerre csak az egyik ágot érinti, a központi szakaszoló átbillentésével a kör a másik ágon keresztül is megtáplálható.

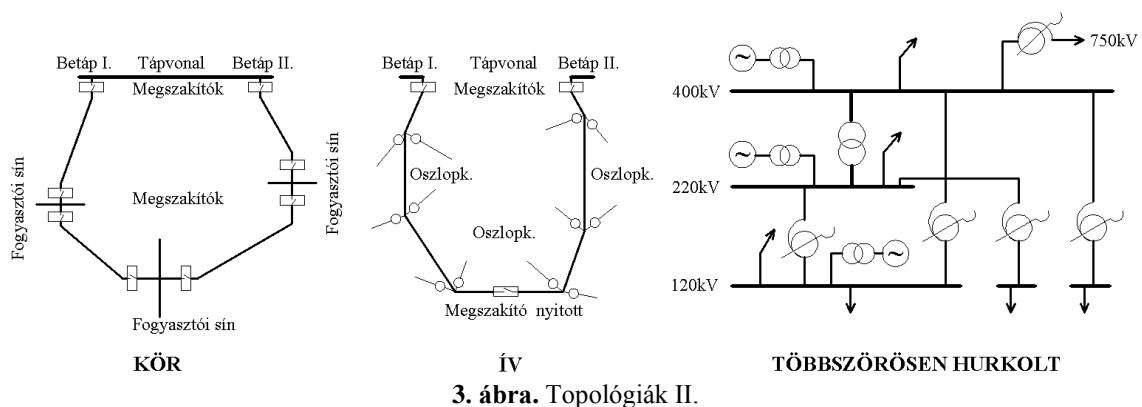


2. ábra. Topológiák I.

A körvezetékes megtáplálás egy gyűrűs topológiát hordoz magában azzal a fő különbséggel, hogy a fogyasztók nem leágazásokként vannak felfűzve, hanem a logika az egész hálózatot bejárja. A megtáplálás legnagyobb különbsége mégis a kettős ellátásban rejlik, egyszerre mindkét irányból energiaáramlást végez a rendszer. Támadási szempontból az egyik legbiztonságosabb megoldás, mivel az ellátás egy percre sem áll meg, ha bármely támadás is éri a rendszert.

Az ívelt topológia esetén ismét visszatérünk a gyűrű topológiához, azonban ebben az esetben a leágazás nem egy közös buszról történik, hanem két független főágról tápláljuk meg a két ágot. A találkozási pontjukban szintén egy megszakító található. Létjogosultsága a két független főágban mutatkozik meg. Destabilizálása jóval nehezebb, mint a gyűrűs esetben.

A többszörösen hurkolt hálózat, mint a milyen a magyar villamos energetikai rendszer is a legbiztonságosabb és a legstabilabb rendszerek közé tartozik. Az eddigiekben ismertetett megoldások vegyes kapcsolása. Üzemeltetése jóval magasabb szakértelmet kíván. Az energia a rendeltetési helyére több forrásból is eljuthat itt már nem elsősorban csak az átvitel a meghatározó, hanem a minél magasabb hatásfok minél kisebb útvonalon történő biztosítása. Bármilyen nemű támadás esetén a MAVIR képes az energiát eljuttatni rendeltetési helyére, sokkal nagyobb tartalék van ezekben a rendszerekben a többszörös redundancia miatt, mint az eddig tárgyaltakban. Üzemeltetése és kiépítése jóval magasabb költségeket jelent, de az ellátás zavartalansága kulcsfontosságú. A hálózati topológiák képesek eljuttatni az energiát a felhasználóhoz, de a hiba feltárásában nem nyújtanak elegendő információt. Márpedig az ellátás gyors helyreállításához szükség van a hibák gyors és pontos behatárolásához, főleg egy bonyolultabb rendszer esetén. Erre a feladatra fejlesztették ki a távműködtetésű oszlopkapcsolókat más néven a TMOK-ot. [4]



3. ábra. Topológiák II.

TMOK

Az energetikai rendszer üzemszerű működéséhez elengedhetetlen technológia. Egy távolról működtethető szakaszolás rendszer, mellyel a különböző algoritmusokat használva, megállapítható és kiszakaszolható a hibás terület. A leggyakrabban használt algoritmusok a következők:

- felezés
- lánc
- rövidzár

A felezéses esetben a hibás részt a fennmaradó vezeték hossz felezésével szűrjük ki.

A második esetben a hálózatot kapcsolóról-kapcsolóra haladva vizsgáljuk meg, míg meg nem találjuk a hibás területet.

A legutolsó esetben a TMOK-ok zárlatmérő tulajdonságát tudjuk felhasználni az érintett rész feltárására.

A hálózat egy jellemző tulajdonsága a rendelkezésre állás. Ez a tulajdonság pedig nagyban függ a hibás terület feltárásának gyorsaságától és helyreállításától. Ez a mutató nagyban függ a TMOK működési illetve észlelési idejétől. Alkalmazhatóak automata és manuális módban is. Automata esetben a szakaszolás lecsökkenthető a kritikus 3-perces időtartam alá is, így csak pillanatnyi kieséseket tud okozni egy-egy nem várt esemény. [5]

Adatgyűjtés

Az energetikai rendszer lényeges és egyben egyik legfontosabb részét képezi az információ technológiai hálózata. E nélkül a technológia nélkül semmilyen információt nem kapnánk a hálózat állapotáról, így a hirtelen bekövetkezett események, szabotázs akciók sem lehetnének

érzékelhetőek. Ahhoz, hogy kellő információ álljon rendelkezésünkre mintát kell vételeznünk a hálózat egy megadott pontján. Ezen feszültség szintek lényegesen magasabbak, mint a mérőműszer határértéke. Az átalakításhoz ezért mérőváltókat alkalmazunk, melyek lehetnek primer illetve szekunder váltók. A primer magához a technológiához kapcsolódik és annak elektromos tulajdonságait alakítja át. Számszerűen egy néhány kV-os mennyiséget képes a száz V-os tartományba letranszformálni. A szekunder váltó pedig ezt a redukált értéket illeszti a mérőrendszer bemenetére. A mennyiségek számszerűsítéséhez mérőműszereket használunk, melyekkel képesek vagyunk:

- feszültséget
- áramot
- fázisszöveget
- zárlati áramot
- meddő és hatásos teljesítményt
- veszteséget
- stb... mérni.

A műszerek által mért értékeket vezetékes vagy vezeték nélküli saját kommunikációs hálózat eljuttatja az adatgyűjtő rendszerekbe. Az adatgyűjtők meghatározott körzetenként helyezkednek el és az adott területhez kapcsolódó mérőegységektől kérdezi le a mért értékeket. A megkapott információ tudatában az adatkoncentrátor összegyűjti, tömöríti, kódolja és a kiépített adatátviteli közegen keresztül elküldi az adatokat. Számos kiépített technológiával lehetőség van az információt elküldeni pl.:

- csomagkapcsolt rendszeren
- áramkör kapcsolt rendszeren
- optikai úton
- műholdak segítségével

A vevő oldali fogadás során a nyers adatok egy adatbázisba kerülnek. Feldolgozás után az információ rendelkezésre áll a villamos irányítórendszerek szoftverei illetve operátorai számára.[6]

AZ ENERGIARENDSZER TARTÓPILLÉREI

Ebben a témakörben az alaperőművek jelentőségét próbálom kihangsúlyozni illetve néhány védelmi stratégiát bemutatni.

Hazánk fogyasztása egy úgynevezett két csúcson görbét ír le. Az első csúcs reggel 6-óra után jelentkezik a második pedig 18-óra után. Ezek a csúcsok 6000MW környékén állapodnak meg, viszont a minimális fogyasztás az elmúlt években ritkán csökkent 5000MW alá. Az ilyen mértékű átlagfogyasztás kielégítést alaperőművek látják el. Ezek azok azon létesítmények melyek jellegükből adódóan állandó üzemben működnek, és a hálózat legnagyobb terhelését lefedik. Indításuk hosszadalmas ezért karbantartások kulcsfontosságú. A hirtelen megnövekedett igényeket, ezért csúcserőművekkel lehet kompenzálni, melyek gyors indításúak, de igen költséges megoldások. Néhány erőművünk, és adataik:[7], [8]

Erőművek	Hajtóanyag	Beépített teljesítmény (MW)	Jellege
Tiszai erőmű	földgáz, fűtőolaj, inert gáz	900	Menetrendtartó erőmű
Mátrai erőmű	lignit	950	Alaperőmű
Oroszlányi erőmű	lignit	240	Hőszolgáltató
Tiszapalkonya	lignit	200	Menetrendtartó erőmű
Pécsi erőmű	földgáz	182,4	Hőszolgáltató
Komlói	barnaszén, földgáz	70	Hőszolgáltató
Tatabánya hő	barnaszén, földgáz	17,4	Hőszolgáltató
Tatabánya	barnaszén	21	Hőszolgáltató
Diósgyőr	kohógáz, fűtőolaj	12	Hőszolgáltató
Dorog	barnaszén, földgáz	3	Hőszolgáltató
Inota	barnaszén	120	Menetrendtartó erőmű
Inota GT	gázolaj	200	Menetrendtartó erőmű
Ajka	földgáz, dízel olaj	116	Hőszolgáltató
Borsodchem	földgáz	337	Menetrendtartó erőmű
Csepel-II	földgáz, fűtőolaj	396	Menetrendtartó erőmű
Debrecen	földgáz	99	kombinált ciklusú
Gönyű	földgáz	433	Menetrendtartó erőmű
Kelenföld	földgáz	178	Csúcs erőmű
Kispest	földgáz, fűtőolaj	113	Hőszolgáltató
Lőrinczi	fűtőolaj	173	Csúcs erőmű
Nyíregyháza	földgáz	49	Kombinált ciklusú
Litér	fűtőolaj	155	Csúcs erőmű
Sajószöged	fűtőolaj	155	Csúcs erőmű
TVK	földgáz	50	Kombinált ciklusú
Újpest	földgáz, fűtőolaj	105	Hőszolgáltató
Dunamenti	földgáz, fűtőolaj	1753	Menetrendtartó erőmű
ISD	földgáz, fűtőolaj	65	Hőszolgáltató
Kesznyéten	víz	4,4	Menetrendtartó erőmű
Kisköre	víz	28	Menetrendtartó erőmű
Tiszalök	víz	14,4	Menetrendtartó erőmű
Paks I.	urán-dioxid	1866	Alaperőmű
Paks II.	urán-dioxid	2400	Alaperőmű

2. táblázat. Az ország erőművei

Az eltérő típusú és teljesítményt szolgáltató erőművek védelmi intézkedései egymástól eltérőek. Valamint a felhasználói réteg és a késztermék definíciója is eltérő lehet, értem ezalatt, hogy lehet:

- polgári és ipari felhasználók számára villamos energia kerül leszállításra
- katonai célú felhasználás, végtermék lehet lőszerekben használt U_{238} illetve nukleáris fegyverekben alkalmazott U_{235} , plutónium
- kísérleti erőművek melynek készterméke, lehet a tudásbázis bővítése, tapasztalatszerzés

A védelem kialakítása

Egy hagyományos polgári illetve ipari felhasználásra szánt erőmű védelmi rendszerének tervezése már a helyszín kijelölésekor elkezdődik. A terület mivolta, védhetősége, a határtól való távolsága igen lényeges nyilván nem elhanyagolandó az energiatermeléshez felhasznált üzemanyag fellelhetőségének gyakorisága sem. Tehát egy ilyen infrastruktúra létesítése előtt el kell dönteni, hogy lakott területen vagy az urbanizációtól távol kívánjuk a létesítményt felépíteni.[9] Egy városban vagy lakott területen létesített üzem nagyobb biztonságban van, mint nyílt terepen. Nem szabad elfelejteni, hogy egy ilyen jellegű üzem karbantarthatóságát, ellátását befolyásolja a zsúfoltság illetve a szomszédos vállalatok által folytatott tevékenységek összessége. Egy másik megközelítésben a lakatlan terület nagyobb biztonságot nyújt, ha a balesetek által

okozott vészleállításokra vagy merényletek általi lakossági evakuálásra gondolunk. Csak nézzünk rá két példát a közelmúltból. A Three Mile Island-i incidens 1979-ben következett be egy olyan korábbi erőműi konstrukciós változtatás miatt, amit a tervdokumentációkban nem jelöltek be. A baleset során megolvastották a reaktor magot, a Csernobili baleset előtt ez volt legmagasabb szintű nukleáris baleset. A létesítmény a Pennsylvania-i Harrisburg-től néhány kilométerre fekszik egy szigeten. A baleset során ugyan számottevő sugárzás nem jutott ki az éterbe, de ez alakulhatott volna másképp is. Az esemény bekövetkezésére és az evakuálásra terv nem volt kidolgozva. A média által felszított emberek már-már káoszhoz hasonlatos módon menekültek és ezen cselekedetükkel a környező autópályákat teljesen eldugították amihez néhány ezer ember is elegendőnek minősült. A Csernobil-i incidenst nem kell, különös képen bemutatnom, mindenki ismeri. Itt az amerikai helyzettől eltérően volt kész terv az evakuálásra. Pripjaty város közel 50000 lakosát 1225 autóbusszal, 360 teherautóval szállították el néhány óra leforgása alatt. Ilyen és ehhez hasonló összehangolt kitelepítésre azóta sem volt példa. Azonban a szerencsének itt is nagymértékben szerepe volt abban, hogy ne történjen nagyobb baleset. Aznap mikor az esemény bekövetkezett a kedvező széljárásnak köszönhetően a sugárzás nagy része a helyi erdők felé terjedt, ha ez másképp történik Pripjaty városában élők halálos dózist kapnak.

Amennyiben a terület infrastrukturálisan megfelelő, a következőkben a bűnözési ráta megállapítása a cél. A dokumentumok a helyi vagy országos szerveknél beszerezhető. Ahhoz, hogy az objektum minimálisan szükséges biztonsági rendszere megfelelően kialakításra kerüljön, és az hatékonyan legyen képes feladatát ellátni, elengedhetetlen a szabálysértések illetve a bűncselekmények pontos hovatartozásának az ismerete. Értem itt ezalatt, hogy lopás, betörés, szabotázs, terrorcselekmény a meghatározó ágazat. Ezen információk birtokában jóval hatékonyabb biztonsági rendszer dolgozható ki.[10]

A tervezési fázisban lényeges momentum a tervezett erőmű útburkolattal és vagy vasútvonallal illetve csilllepályával való ellátása. A választásba beleszól az is, hogy milyen jellegű a létesítmény, milyen messziről is kell az üzemanyagot szállítani. Egy iparvágányokkal vagy csilllepályával ellátott telep jóval több felelősséget von a biztonsági szervekre, mint egy kamion vagy teherautós szállítás. A vasúti szerelvények és csilllek átvizsgálása jóval hosszadalmasabb és mivoltából adódóan több olyan helyet biztosít, a merénylőnek ahol az őrség szeme elől megbújva be tud hatolni az objektumba. Egy teherautó detektorokkal, tükrökkel illetve aknával történő átvizsgálása jóval, nagyobb hatékonysággal működtethető. Azonban a szállítási költségek sem elhanyagolandóak, a vasút és a csille ebből a szempontból kevesebb anyagi ráfordítással jár.

Biztonsági szempontból a leglényegesebb pont a veszélyes anyagok tárolása. A veszélyes anyagok szükségesek lehetnek a létesítmény üzemszerű működéséhez és vagy valamely végtermék kezeléséhez. Ennek megfelelően különböző osztályokba sorolták. Az üzem tervezése során a veszélyes anyagokat mindig el kell különíteni a létesítmény többi részétől. Éppen ezért szokás betonsilóban, egy vagy több falú tartályokban illetve különösen robbanásveszélyes anyagoknál földszáncal illetve vas-beton fallal is védekeznek. Az ilyen típusú tárgyak igen magas biztonsági kockázattal bírnak. Az ezekben okozott szándékos károkozás többszörösére is megnövelheti a szabotázs akciók által kivitelezett destruktív események eredményét. Ebből kifolyólag a veszélyes építményeket különös odafigyeléssel kell elhelyezni, hogy az biztonságban legyen a külső kockázatokkal szemben, de mégis el legyen különítve a többi építménytől, illetve jól védhető és megfigyelhető legyen.

Az üzemelési szakaszban egy kisteljesítményű csúcserőműnek a következőkben leírtaknak kell megfelelniük. A gázturbinás erőmű a bűnözési ráta szempontjából egy igen gyengén szennyezett területen fekszik távol az urbanizációtól. Elsődleges védelmi rendszere egy kb. 2 m magas szögesdróttal ellátott kerítés mely az egész területet lekeríti. A kerítésen és közelében

egyéb biztonsági alrendszer működése nem indokolt. Az őrség és a védelmi rendszer megválasztása az MVM saját biztonsági stratégiáján alapul. Az őrző védő szervezetnek illetve tagjainak magas biztonságtechnikai elvárásoknak kellene megfelelni, amit az MVM Biztonságtechnikai Igazgatósága koordinál. A kiválasztott szervnek napi 0-24 órás őrségben kell állnia, amit őrségváltásokkal érnek el. A biztonsági őrök fegyverzetet nem viselnek sem maguknál sem pedig fegyverszekrényben. Az területen adott időben adott időre megadott checkpointokon kell végig haladniuk és jelenteniük kell azt rádión. A szabad szemmel nem belátható területeket fix illetve forgósámolyos kamerás rendszerrel fedik le. A kamerás rendszer több önálló monitoron keresztül jelenít meg képet mind a portaszolgáltatón mind az erőmű vezérlőtermében található elkülönített biztonsági munkahelyen. A kamerarendszer a technológián belül is megjelenik. A beléptető rendszer a gyalogos forgalom felől kártyás illetve forgókeresztes. Személygépjárművel történő beléptetés esetén sorompóval van elzárva terület. Az őrök minden esetben átvizsgálják a gépjármű csomagtartóját illetve a kézi poggyászokat. Az erőmű üzemanyag ellátása vasúton iparvágányok segítségével történik. Hajtóanyag gyanánt fűtőolajat használnak fel. Az üzemanyagot több száz vagy több ezer m³-es tartályokban tárolják, amikbe a vasúton szállított olajat több szivattyúállomáson keresztül képesek egy időben átfejtetni. A feltöltött tartályok több napon keresztül képesek ellátni a gázturbinát üzemanyaggal. Az átfejtés idejére az őrség is nagyobb hangsúlyt fektet a biztonságra. Egy gázturbinás erőmű lehet hagyományos értelemben vett csúcserőmű, illetve lehet egy úgynevezett Black Start létesítmény. Black Start erőmű az országban mindösszesen néhány helyen létesült. Létjogosultsága Black Out esetén kiemelkedő. Ezen üzemállapot során, ami bekövetkezhet:

- időjárási
- karbantartási
- emberi mulasztás

Egyéb terrorcselekmények során a villamos energetikai rendszer teljes egészében kiesik a szinkronból és bekövetkezik a teljes rendszer leállása. Tehát Black Start esetén egy teljesen energiamentes állapotból kell a rendszert felépíteni. A legtöbb erőmű erre önállóan nem képes, ezért szükséges egy olyan dízelgenerátor beépítése melynek tengelyére előzőleg egy légmotort telepítettek. Az így kapott rendszert sűrített levegővel meghajtva a rendszer képes a gázturbina elindítására. Amint a turbina elkezd termelni, felszinkronoz a hálózatra ahol a többi hasonló erőművel karöltve képesek az alaperőművek elindítására és ez által a teljes rendszer újbóli felépítésére. Az ilyen jellegű erőművek védelme létfontosságú az energetikai rendszer folyamatos működése szempontjából. A létesítmény feladatköre a hozzá legközelebb eső elosztó állomásig terjed, tehát utána a biztonságos működésről a MAVIR gondoskodik.

A villamos energetikai rendszer zavartalan működése alapvető fontosságú az ország gazdasága szempontjából. Ehhez megfelelően karbantartott rendszerre valamint érett gondolkodásra van szükség, hogy az emberi ellentétek ne állhassanak a fejlődés útjába. Ahhoz, hogy egy olyan felvázolt nagyszabású energetikai rendszer jöhessen létre, mint az Interkontinentális rendszer, a nézeteltéréseket és az ellentéteket félre kell tenni. Máskülönben egy ilyen jellegű hálózat csak múló ábránd marad, melyből a fejlődő országok jócskán profitálhatnak. Tehát az energetikai rendszer fejlesztése közös feladatunk.

Felhasznált irodalom

- [1], [3], [4] Dr. Novothny Ferenc – Villamos energetika I. BMF KVK 2050, Budapest, 2010
- [2] Energypedia, <https://energypedia.info/wiki/>
- [5] Dr Kádár Péter – Hálózati felügyeleti rendszerek - Alállomás irányítás előadás, Óbudai Egyetem Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar, MSc képzés, Budapest, 2013
- [6] Dr Kádár Péter – Hálózati felügyeleti rendszerek – Adatátvitel előadás, Óbudai Egyetem Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar, MSc képzés, Budapest, 2013

[7] Power Plants around the World

<http://www.industcards.com/st-coal-hungary.htm>

<http://www.industcards.com/st-other-hungary.htm>

<http://www.industcards.com/cc-hungary.htm>

<http://www.industcards.com/hydro-hungary.htm>

<http://www.industcards.com/ic-hungary.htm>

[8] Magyarországi erőművek listája

http://hu.wikipedia.org/wiki/Magyarorsz%C3%A1gi_er%C5%91m%C5%B1vek_list%C3%A1ja

[9], [10] Bodrácska Gyula – Berek Tamás: Az élőerős őrzés az objektumvédelem építőipari ágazatában, 2010. Hadmérnök,

http://www.hadmernok.hu/2010_4_berek_bodracska.php