

A megbízható villamos energia ellátás feltételei deregulált környezetben

Dr. Krómer István

OTKA T/F 043215
Összefoglaló Tanulmány

Bevezetés

A villamos energetika sok évtized során kialakult hagyományos működési rendjének drámai megváltozása olyan fejleményeket eredményezett, amelyek arra kényszerítették a szakmai közösséget, hogy új módszereket keressen a felmerült problémák vizsgálatára. A technológiai és informatikai fejlődés valamint a döntésekben aktívan résztvevők számának növekedése egyrészt előtérbe helyezte a rendszerszemléletű döntés előkészítési módszerek alkalmazását megfelelően megválasztott modellek felhasználásával. Másrészt a korábbinál lényegesen nagyobb kockázatok és bizonytalanságok kezelésére is módszereket kell kifejleszteni.

A kutatási programban helyet kapott a paradigma váltás egyik legmarkánsabb példájának, a decentralizált energiatermelésnek a vizsgálata is.

A megbízható villamos energia ellátás feltételeinek változása

A villamos energia ellátás hosszú távú megbízhatóságát a beruházások megfelelőségével kell biztosítani, ami az alábbi három elemben fejezhető ki [1]:

- biztosítani kell a fogyasztás megfelelő és biztonságos kielégítéshez szükséges termelő kapacitásokat,
- a primer energiahordozók rendelkezésre állásához alkalmazkodó technológiai portfóliót kell biztosítani,
- megfelelő átviteli és elosztó hálózatot kell létesíteni és működtetni.

A három elem harmonikus működéséhez szükséges a megfelelő szabályzási környezet és a piaci viszonyokhoz való sikeres alkalmazkodás. A szabad piaci környezetben az árak adnak megfelelő jelzéseket a befektetőknek a beruházási döntések meghozatalához.

A valóságban azonban ez a hatás nem érvényesül torzításmentesen. A viszonyok feltárása elsősorban modell vizsgálatokkal lehetséges. Egyrészt azért, mert a piaci információk nyilvánosságra hozatala sértheti a résztvevők üzleti érdekeit, így nehéz a valós adatokhoz hozzáférni, másrészt a feltételek a modellezés esetében széles határok között változhatnak, amire a valóságban nincs lehetőség.

A piaci működés sokfélesége jellemző jelenleg a világban, ezért az alkalmazott modellek általában egy-egy jelenség többé-kevésbé torzításmentes vizsgálatára koncentrálnak. Ilyen cél lehet például az erőmű fejlesztés folyamatosságának vizsgálata vagy a tartalékok nagyságának hatása az árakra. Egy olyan egyszerű gazdasági modellt választottunk a részletes vizsgálatokhoz, amely a piaci árképzés hatását képes követni az erőmű park fejlődésére és kapcsolatára a környező rendszerekkel [2]. A vizsgálatok azt mutatták, hogy a piaci környezet önmagában időben hullámzó nagyságú tartalékot eredményezhet, mivel a befektetők akkor vállalnak új erőmű építést, amikor a megtérülés kockázata alacsony. Ez kis tartalékok mellett realizálódik, amikor az ár magasra nő. A kis tartalékok a nyereségesen nem üzemeltethető erőművek bezárásával vagy a fogyasztás növekedésével állnak elő. Ilyenkor természetesen több befektető is erőművi beruházás mellett dönthet, ami csak bizonyos átfutási idő elteltével

javítja a helyzetet, de egyidejűleg árcsökkenéshez is vezet. Mivel a termelő kapacitás fejlesztését nem a korábbi piacnyitás előtti helyzetnek megfelelően a fogyasztással való összhang, hanem a profit biztosítása vezérli, a túlkompenzáció eredményeként kialakult alacsony ár/nyereség ismét visszafogja a beruházásokat mindaddig, míg kapacitás hiányos helyzet nem áll elő, magasra növelve az árakat. A spontán, az árak vezérelte változó tartalék nagyságot a megbízhatóság fenntartása érdekében bizonyos regulációs intézkedésekkel lehet stabilizálni, de az optimális kapacitástartalék nagysága több tényező együttes hatásaként határozható csak meg, beleértve a fogyasztók által vállalt terheléskorlátozási hajlandóságot is. Ez azt jelent, hogy a villamos energia ellátás megbízhatósága a korábbi közjó értelmezéséből a magán jószág fogalmi körébe megy át lassan. Bár mindig is meg fog őrizni valamit a közjó jellegéből, ami azt is jelenti, hogy állami beavatkozás lehetősége nem szűnhet meg, mint ezt a kaliforniai vezető kutatókkal folytatott személyes konzultációm is megerősítették.

Kockázatok és bizonytalanságok kezelése

A 19. század végétől a 20. század utolsó éveiiig a villamos energia ipar regulált monopóliumként működött. A regulált villamos energetika nagy megbízhatóságot, egyre javuló minőséget produkált és a műszaki fejlesztés legújabb eredményei folyamatosan alkalmazásra kerültek némileg háttérbe szorítva akár a gazdaságosság érdekeit is. A döntések lényegre törően az állam által tervezett gazdasági célokra koncentráltak egy jól definiált döntéshozó, mint például egy állami tulajdonú villamos energia társaság kezében. A 70-es évek elejéig a villamos energiafogyasztás 10 évenként megduplázódott. Ezzel összefüggésben az átviteli hálózatok feszültségszintje mintegy 20 évente, a legnagyobb erőművi gépegység teljesítménye pedig közel 15 évente megduplázódott. Ugyanakkor a nagy mértékű extenzív fejlődés nem kímélte a természeti környezetet.

A fejlődés kiszámíthatósága a 70-es években lezajlott két olajválság következményeként megtört, az energetika jövőképe elbizonytalanodott és egyre nagyobb hangsúlyt kapott az energiatakarékosság majd a környezetvédelem szempontjainak élesebb felvetése és érvényesítése.

A 21. századba lépve a világ számos országában tanúi lehetünk a villamos energetika deregulációjának. A dereguláció a szabályozás újra szervezését, az ipar gazdálkodási céljainak, hajtóerőinek átrendezését eredményezte.

A dereguláció eredményeként a villamos energetika szerkezete, a termelés és a fogyasztás költség érzékenysége és a fogyasztókhoz való viszonya megváltozott. A dereguláció térhódításával a csekély bizonytalanságot hordozó paraméterek bizonytalansága megnőtt. A bizonytalanságok hagyományos forrásai a fogyasztás növekedési üteméhez, a primer energia hordozók árához, a tüzelőanyag ellátásához és a különböző üzemzavari kiesésekhez kapcsolódtak. Az újabb bizonytalanságok között olyan tényezők jelennek meg mint az új erőművek ismeretlen telephelye, a régi erőművek leállításának várható ideje, a rendelkezésre állás menetrendje, a hatósági szabályzás változása, új villamos távvezetékek létesíthetősége, a döntéshozók szubjektív elemeket is tartalmazó preferenciái stb. A növekvő bizonytalanság a tervezési módszerek lényegi változását kényszerítette ki. A megváltozott döntési környezet elemzése alapján megállapítottuk, hogy olyan döntést támogató módszerekre van szükség, amelyek alkalmasak:

- a rendelkezésre álló nagyszámú információ feldolgozására
- a döntésben érdekelt szereplők probléma felvetésének és preferált megoldásainak áttekintésére
- a különböző szempontú megítélések analitikus rendezésére

- a szokásos egyszerű gazdasági kritériumon túlmutató döntési lehetőségekre
- konszenzus építésére

A nem hagyományos döntési módszerek két fajtájának alkalmazási lehetőségeivel foglalkozunk.

- A több szempontú döntés előkészítési módszerekkel
- A bizonytalansági szituáció esetén alkalmazható döntést támogató módszerekkel

Az alkalmazást két példán mutattuk be. Egyrészt megvizsgáltuk az energiarendszer termelőkapacitás fejlesztési stratégiájának példáján a több szempontú analízis megvalósításának részleteit, a döntés előkészítés információ igényét és az eredmények felhasználhatóságát [3]. Másrészt a bizonytalanság mellett történő döntési folyamat elemeit alkalmaztuk egy hálózatfejlesztési döntés előkészítésének példáján. Megvizsgáltuk, hogy a bizonytalan esetekben alkalmazható döntési kritériumok, amelyek az egyes állapotok bekövetkezésének valószínűségére vonatkozó ismeretek hiányát próbálják áthidalni, milyen módon befolyásolják a preferált változatot.

A villamos energia rendszerekben a tervezés feladata, hogy a fogyasztás időbeli és területi fejlődésének elemzése és a fogyasztói magatartás vizsgálata alapján meghatározza azokat a fejlesztéseket, amelyek szükségesek a fogyasztók biztonságos energia ellátásának fenntartása érdekében figyelembe véve a rendelkezésre álló hazai és import kapacitásokat. A rendszerszintű tervezésre vonatkozó igény a villamos energia rendszerek kialakulásával együtt megjelent, és kezdetből fogva meghatározó szempont volt az összes felmerülő költségek minimumára történő tervezés. A legkisebb költség elve a nagy energia ellátó rendszerek tervezésében kiterjed az energia termelés, szállítás és szolgáltatás területére. Lényegében a szolgáltatott energiára vonatkozó fajlagos költségek minimumának elérését tűzi ki célul. Legfejlettebb formájában, az integrált forrás tervezésben a tervezés határai két irányban kitolódtak, egyrészt a primer energia hordozók beszerzésére, másrészt a fogyasztói befolyásolás lehetőségeire. Az első kiterjesztés az ellátás biztonsági feltételeinek biztosítása, a második, pedig a fogyasztói energiatakarékosság, a csúcsterhelés csökkentése és a völgyidőszak kitöltése szempontjából jelentős.

A vertikálisan integrált villamos energia rendszerekben alkalmazott fejlesztési döntés előkészítési modellek fejlett formájukban azoknak az erőmű és hálózat fejlesztési változatoknak az összehasonlítását, amelyek az előírt technikai minimum követelményeket kielégítették, a legkisebb költség elve alapján a teljes életciklusra vonatkozó költségek alapján végezték.

A környezetvédelem nyomására előtérbe került az ú.n. külső költségek figyelembe vételének kötelezővé tétele az ipari tevékenységek önköltségének elemeként. Külső gazdasági hatásról akkor beszélünk, ha egy gazdasági szereplő tevékenysége mellékhatásként befolyásolja egy másik szereplő helyzetét. A külső gazdasági hatások lehetnek pozitívak és negatívak. A környezetvédelem kifejezetten a negatív külső hatásokra (externáliákra) koncentrálja a figyelmét. Az externáliák között általában a megelőzés, kárelhárítás és kárfelszámolás, helyreállítás költségeit, valamint az elvesztett lehetőségek és javak helyettesítésének árát veszik figyelembe.

A legtöbb környezeti kárt pl. a légszennyezés mértékét, a zöldövezet csökkenését, az egészségkárosodást vagy a klímaváltozás mértékét megbízhatóan csak természetes mutatókkal tudjuk megjeleníteni, ezért nehezen illeszthetők be a költségalapú elemzésekbe.

A csupán a belső és külső költségek elemzésén alapuló döntések kritikusai a költség becslések nehézségein kívül azt hangoztatják, hogy vannak olyan fontos szempontok amelyek az egydimenziós, költségalapú módszerekkel egyáltalán nem vehetők figyelembe. Ezzel szemben a több szempontú döntés előkészítés kiszélesíti a döntési szempontok körét és lehetővé teszi, hogy a műszaki, gazdasági és társadalmi értékelemzés áttekinthető módon összekapcsolódhasson [4].

Mint a környezet bemutatásakor láttuk a fejlesztési döntések jelentős részénél a lehetséges kimenetek valószínűségét nem tudjuk meghatározni. Az alkalmazható módszerek szempontjából ezeket az eseteket tekintjük bizonytalansági szituációnak. Ezzel szemben, ha egyértelműen meg tudnánk határozni a lehetséges kimeneteli állapotok valószínűségét akkor a tudományos fogalmak szerint kockázati szituációval állnánk szemben [3].

A tervezők a villamos energetikában a már több évtized óta kutatott tématerületeken is sok esetben találkoznak inkább bizonytalanság mellett meghozandó döntésekkel, mint kockázat alapú döntési helyzettel. Ilyennek tekinthető bizonyos területeken a szélsőséges éghajlati eredetű terhelések hatása is, gondoljunk csak a nem olyan régen Kanadában és Franciaországban szél, zúzmara vagy ónos eső hatására bekövetkezett katasztrófális távvezetési üzemzavarokra. Általánosan elmondható, hogy bizonytalan döntési helyzetben a döntéshozó helyzetét a következő paraméterek határozzák meg:

- a természet által választható állapotok halmaza
- a megvalósítható cselekvési alternatívák halmaza
- a cselekvési alternatívák és a természeti állapotok összes lehetséges kombinációja
- feltevés arra vonatkozóan, hogy az egyes cselekvési alternatívák választásaival milyen valószínűséggel következnek be a természet lehetséges állapotai. De azt a lehetőséget sem zárhatjuk ki, hogy a döntéshozóknak nincs lehetősége a természeti állapotok bekövetkezési valószínűségét becslésére, ekkor a következmények valószínűségi eloszlását figyelmen kívül hagyjuk
- a következmények értékhalmaza a döntéshozó értékítélete alapján
- a bizonytalan esetekben alkalmazható döntési szabály kiválasztásával a döntéshozó kockázattűrő képességének legjobban megfelelő cselekvési tervet meghatározza

A piaci viszonyok egyre erősebb érvényesülése a villamos energetika területén egyértelműen azzal a következménnyel jár, hogy a bizonytalanság mellett meghozandó döntéseknek is ugyan olyan szigorú követelményeknek kell megfelelniük, mint bármilyen más fejlesztési döntésnek. A döntéshozóknak a bizonytalan helyzetekben is olyan döntéseket kell hozniuk, amelyek hasznosságáról meg tudtak győződni. Nem magyarázhatják döntéseiket nehezen materializálható érvekkel. A bizonytalanság mellett alkalmazható a döntést támogató módszerek szerepét egy hálózatfejlesztési döntés előkészítése esetén mutattuk be [5]. Mivel feltételeztük, hogy a döntéshozók nem rendelkeznek megbízható információkkal az egyes állapotok bekövetkezésének valószínűségéről, így a bizonytalanság mellett hozandó döntéseknél alkalmazható kritériumokra kell támaszkodni a döntési változatok rangsorának megállapítása érdekében. A gyakrabban használt kritériumok közül kettőt mutatunk be illusztrálásként. A Laplace kritérium úgy oldja fel a valószínűségek ismeretének a hiányát, hogy valamennyi scenáriót azonos valószínűségűnek tekint és ezzel tulajdonképpen az értékelések átlagát képzi. A mini-max elmaradt haszon (Savage-Niehans) kritérium megállapítja minden alternatívára, hogy az egyes természeti állapotok bekövetkezésével mekkora lesz az elmaradt haszon és azt az alternatívát részesíti előnyben, amelyik esetében a

legnagyobb elmaradt haszon a többi alternatívához képest a legkisebb. A döntéshozó ebben az esetben minden változatnál csak egyetlen értéket, a legkedvezőtlenebbet veszi figyelembe, ezért eljárása pesszimistának tekinthető.

A becsült valószínűségek figyelembevétele is hasznos segítség lehet a döntéshozóknak, de azok többnyire szubjektív hatásokat is tartalmaznak. Ez azt jelenti, hogy tükrözik a döntéshozó tapasztalatait, felkészültségét, értékrendjét, kockázattűrő képességét és nem utolsósorban az adott eseménnyel kapcsolatos preferenciáit. Ha például az egyik esemény kívánatosabb a döntéshozó számára mint a többi, akkor hajlamos arra, hogy nagyobb valószínűséget tulajdonítson a bekövetkezésének az indokoltnál és így befolyásolja az alternatívák közötti tényleges választást is

A különböző preferencia megfontolások alapján megállapított optimálisnak tekintett alternatívák áttekintése azt mutatja, hogy a bizonytalanság mellett hozott döntések egyik általános jellemzője az, hogy az ugyanarra a problémára alkalmazott megoldások az egyéni, szituációs és értékítéleti sajátosságok miatt széles körben változhatnak.

A technológiai fejlődés hatása a villamos energia ellátás biztonságára és a környezetvédelmi követelmények teljesítése

A villamos energia stratégiák bizonytalanságai és a megvalósításuk során felmerülő problémák tükrében megvizsgáltuk azokat a technológiai fejlesztési területeket, amelyek az ellátás biztonságának növelését és a környezeti problémák radikális csökkentését szolgálják.

Bár a villamos energetikai kutatások a prioritások között szerepelnek, ennek ellenére szakértők egybehangzó megállapításai szerint a múlt század nyolcvanas éveitől kezdve visszaesett a K+F volumene az energetikában. Az energia prognózisok bizonytalanságának csökkentése érdekében számos vizsgálat készült annak felmérésére, hogy az új technológiák milyen szerepet játszanak a jövő forgatókönyveiben. Az az általános következtetés alakult ki, hogy a fejlesztés fő irányainak a megújuló energiák hasznosítására, beleértve a kombinált szél és hidrogén rendszereket is, továbbá a tüzelőanyag cellákra, az új nukleáris és szén technológiákra, a villamos energiatárolás fejlesztésére és az intelligens energia rendszerek irányába történő fejlesztésekre kell kiterjedniük. Az energia átalakítási technológiák fejlesztési lehetőségeinek vizsgálata keretében részletesen az elosztott termelési eszközök fejlesztési lehetőségeivel és alkalmazási területeikkel foglalkoztunk.

A villamos energiatermelési technológiák széleskörű fejlesztési lehetőségei mellett lényeges szerepet kapott a munkánkban a jövő intelligens energia rendszeréhez vezető út feltárása. A belátható irányítástechnikai és hírközlési lehetőségekből kiindulva az intelligens energia rendszerek megvalósítása reális lehetőség, bár a benne foglalt tartalmat illetően megoszlanak a vélemények.

A legfontosabb célok az alábbiakban foglalhatók össze:

- Öngyógyító és adaptív hálózat,
- A fogyasztókkal és a piaccal interaktív kapcsolat,
- A források és eszközök optimális használata,
- Az üzemzavarok előrejelzése,
- Elosztott rendszer, amely integrálja a funkciókat (védelem, monitoring, karbantartás, marketing stb.),
- A támadásoktól jobban védhető hálózat.

A saját kutatások keretében elsősorban arra a kérdésre összpontosítottunk, hogy milyen úton juthatunk el a jelenlegi állapotból a jövő energia rendszeréig [6]. A folyamatban lévő és a közeljövőben megvalósuló fejlesztések, mint az elosztott energia termelés integrálása, a hálózati irányítás korszerűsítése, a tervezési rendszerek fejlesztése ebbe az irányba mutatnak.

A technológiai fejlesztési lehetőségek áttekintése egyértelműen azt mutatja, hogy a legközelebbi feladat a hálózati irányítás korszerűsítése, mert e nélkül a költséges eszköz fejlesztés hasznai sem érvényesülhetnek és a meglévő rendszer elemek magas terhelési szintje is megköveteli az üzemirányítási módszerek sürgős fejlesztését.

A másik haladéktalanul fejlesztést igénylő terület a tervezési módszerek korszerűsítése.

A villamos energia rendszerek mai tervezési módszerei az irányítható termelési kapacitások rendelkezésre állásán alapulnak. A hálózattervezés hagyományosan az N-1 determinisztikus kritériumon alapul. Ez azt jelenti, hogy egy N elemből álló hálózat biztosan üzemel tovább, ha bármely egyetlen eleme kiesik. A koncepció nagyon egyszerű, de az utóbbi időben kétség merült fel elégségességét illetően, ugyanis a közelmúltban nagy rendszer üzemzavarokat többszörös hibák okozták. A 2003. augusztusi nagy amerikai rendszer üzemzavart például N-3 típusú eseményként értékelik. A tervezők és az üzemeltetők komoly tapasztalatokkal rendelkeznek a legveszélyesebb üzemzavarok gyakoriságát és következményeit illetően. Olyan eszközökre lenne szükség, amelyek az üzemállapotok biztonsági felülvizsgálatát automatikusan el tudnák végezni.

A távvezeték hálózat fejlesztése hagyományosan a várható terhelés kielégítésére épülő vagy a tervezett erőművek hálózati kapcsolatának létesítésére irányult. A tervezés bizonytalansága nőtt, a hatékonyság növelő fejlesztések, a fogyasztó oldali beavatkozások és az elosztott energiatermelés fejlődése következtében. Olyan módszerek szükségesek, amelyek alkalmasak ezeknek az információknak a befogadására is.

Az elosztott energia termelés hatása az ellátás színvonalára

Az elosztott energia termeléstől sokan várják az ellátás megbízhatóságának és minőségének javulását. Ez a megközelítés nem új keletű, hiszen a folyamatos, jó minőségű ellátás érdekében már régóta létesítettek helyi áramellátó berendezéseket. Mostanában viszont már nemcsak esetenkénti igénybevételt terveznek, hanem a folyamatos ellátást is így akarják biztosítani.

A helyi termelő berendezések technológiától függő mértékben hozzájárulhatnak a rendszer tartalékok növekedéséhez illetve a terhelés csökkenéséhez akár a termelő, akár az átviteli és elosztó hálózat szempontjából vizsgáljuk a helyzetet. Az ellátás biztonságát szolgáló rendszerirányításba azonban ezek az eszközök jelenleg még nem kapcsolódnak be, ezért csak helyi szinten beszélhetünk a biztonság növekedéséről. Egyes helyi termelési technológiák a hálózati ellátásnál magasabb minőségű kritériumok kielégítését is lehetővé teszik elfogadható költségszinten [7].

Az elosztott energiatermelés elterjedésének lehetőségeit fogyasztói szektoronként vizsgáltuk [8].

A bontást több tényező is indokolja:

- A szektorok eltérő gazdasági potenciálja
- A szektorok energiaellátással szembeni eltérő igényei
- A szektorokban rendelkezésre álló szakértelem, ami egy energiatermelő eszköz üzemeltetéséhez szükséges
- A szektorokra vonatkozó szabályzási különbségek

A szektorokon belül tovább csoportosítjuk a felhasználókat, tevékenységük szerint. Célszerű egy széles körben alkalmazott tevékenységjegyzékből kiindulni, ilyen például a NACE/KSH jegyzék. Feltételezhető, hogy a hasonló tevékenységet folytatók energia fogyasztási szokásai

is hasonlóak. Következő lépés az éves összesített energiafogyasztás szerinti bontás, majd ennek a részletes elemzése. Vizsgálni kell a hő és villamosenergia-fogyasztást, a résztvevők szerinti végfelhasználást. A vizsgálat kiterjed a fogyasztás időbeli változására és a kapcsolódó minőségi igényekre. A vizsgálatnak ebben a fázisában nagyszámú csoportunk van. Az eredményül kapott fogyasztói szokásokat leíró tulajdonságvektorok alapján bizonyos csoportok összevonhatók. Az eredmény egy részletes fogyasztói viselkedés és igény leírás. A rendelkezésre álló elosztott termelésre alkalmas technológiák tulajdonságait [9, 10] is szisztematikusan rendezve létrehozunk egy lehetőség katalógust. A két vektorkészlet felhasználásával, tapasztalati úton és / vagy alkalmas modellezéssel becsülhetővé válnak:

- Az elosztott termelés célcsoportjai
- Az egyes csoportok számára elérhető előnyök

Jelenleg tisztán piaci értékítélet alapján az elosztott energia termelő eszközök magas ára miatt alkalmazásuk nem vonzó [11]. Magas megbízhatósági elvárások vagy gyors gazdasági növekedés illetve információ strukturális hiányok esetén indokolt lehet az alkalmazásuk. A jelenlegi gyakorlatban azonban politikai, környezetvédelmi és energia biztonsági megfontolásokból jelentősen eltérítik az árakat. Adó visszatérítéssel, államilag támogatott beszerzési áron, esetleg garantált magas átviteli árral egy-egy helyi termelőeszköz beruházásnak megtérülési ideje akár öt év alá is csökkenhet, ami már kedvező beruházásnak számít az eszközök várható élettartamát is figyelembe véve.

A célcsoportok meghatározása elősegíti, hogy az elosztott termelés fejlesztése rendszer szemléletű megközelítés alapján az arra legalkalmasabb területeken kapjon megfelelő támogatást.

A kutatás eredményei felhasználásának perspektívái

Az energia stratégiáért felelős döntéshozók figyelmét megragadták a kutatás keretében bemutatott módszerekkel végezhető vizsgálatok lehetőségei. Ilyen lehetőség például a jövőben érvényesülő politikai/gazdasági uralkodó irányzatok hatása a primer energiahordozó szerkezetre. Mivel a jövő lehetséges forgatókönyveit ezeknek a tükrében célszerű vizsgálni, konkrét alkalmazási feladatokat jeleztek az elkövetkező évtizedekben várható nemzetközi illetve hazai fejlemények előrejelzése szempontjából.

Irodalomjegyzék

1. Krómer I.:
A megbízható villamos energia ellátás feltételei deregulált környezetben, VEIKI Tanulmány 2003.
2. Farkas Sz., Krómer I.:
A hatékony piac kialakulásának feltételei liberalizált villamos energia rendszerekben. Magyar Energetika 2004. 1. szám p. 21-27
3. Krómer I. Villamos energia stratégiák esélyei a XXI. Század elején. Magyar Energetika 2006, N°3, 21-25
4. I. Krómer:
Energy Strategies in a Liberalised Electricity Industry. ELMA 2005, Sofia
5. Korszerű módszerek a villamos energetika fejlesztési döntéseinek előkészítésére. VEIKI Tanulmány 2004.
6. I. Krómer:
Reliable Electricity Supply: Strategic Goals-Near Term Actions. IASTED 6 th Int. Conf. on European Power and Energy Systems, Rhodes 2006.

7. I. Krómer, Z. Bessenyei:
Impacts of Dispersed Generation Technologies on Reliability of Electricity Supply.
www:veiki.hu
8. Krómer I. , Bessenyei Z.:
Az elosztott energiatermelés alkalmazhatósága.
Elektrotechnika, 2007. N^o 1. p. 26-27.
9. I. Krómer, Z. Bessenyei:
DG Technologies Part 1. Technical details: Features and future comparison.
EU-DEEP WP 2.3.3. , 2006.
10. I. Krómer, Z. Bessenyei :
DG Technologies Part 2. Economical details: prices, costs, production functions
11. Krómer I. , Papp J.:
Kis egységteljesítményű decentralizált energia termelés elterjedésének korlátai.
VEIKI Tanulmány 2006.