

Operation and Control Challenges in Future Sustainable Power System

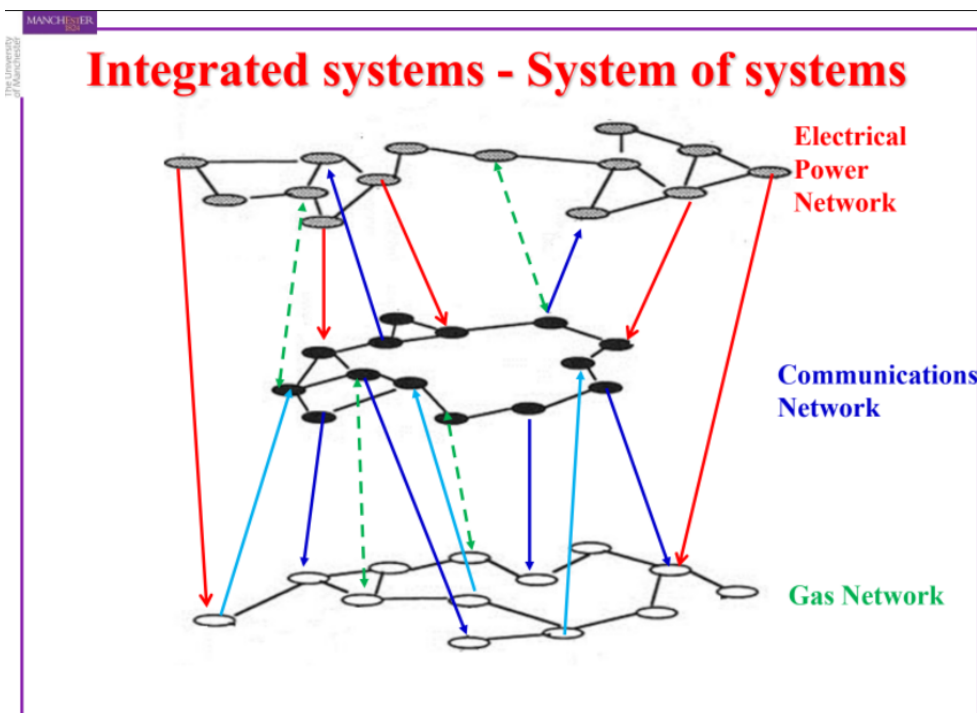
2022. 05. 05.

Bevezetés

A klímaváltozás és a környezetvédelmi nyomás hatására a jövő energiarendszerének előbb-utóbb nettó nullás környezetben kell működnie, tehát a kibocsátott szén-dioxid mennyisége nem lehet több, mint a környezetből kivont szén-dioxidé. Az új rendszer megjelenésével számos új kihívással is szembesülnek a szakemberek, mind az üzemeltetés, mind a szabályozás terén. Ezekről a kihívásokról, valamint a nettó nulla kibocsátású rendszerekről hallottunk Jovica V. Milanovictól, a Manchesteri Egyetem professzorától az Energetikai Szakkollégium Wigner Jenő emlékfélévének nyolcadik előadása során, az IEEE PES (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Power & Energy Society) Distinguished Lecturer Program keretein belül.

A változásokat ösztönző tényezők

Minden rendszer között kapcsolat áll fenn, legyen szó akár villamosenergia- vagy kommunikációs rendszerekről. A rendszerek figyelik az energia áramlását, folyamatosan jeleket küldenek egymásnak és az üzemeltetőiknek. A folyamatosan változó fogyasztói igények kielégítésének érdekében egyre bonyolultabb rendszerekre van szükség, amik ugyanakkor nehezebb kezelhetőséggel is járnak. Új piaci és szabályozói struktúrákat kell kialakítani, melyeket magának a rendszernek is követnie kell. A megújulóknak térnyerésével, valamint az országok fenntarthatóságot megcélzó intézkedései miatt is egyre nehezebb helyzetben vannak a szakemberek. A terhelés növekszik, a rendszer működése bizonytalanná válik, ugyanis a termelés túlságosan is függ az időjárástól és a fogyasztóktól. A probléma enyhítését meg tudják könnyíteni okos mérők és egyéb eszközök, azonban egyelőre még kevés tapasztalat áll rendelkezésre a működésükkel kapcsolatban, ráadásul az öregedő eszközök az élettartamuk végéhez közelednek. A tárolás kérdése is problémát jelent, valamint az energia és információ biztonsága is integrált megközelítést igényel.



1. ábra: a rendszerek között fennálló kapcsolat

Forrás: Jovica V. Milanovic

A terhelés a napszaktól függően változik, ezt a különbséget szinkrongenerátorokkal lehet kiegyenlíteni, azonban ez sem egy tökéletes megoldás. Egyes szélerőművek különböző időben különböző termeléssel rendelkeznek, ráadásul nem tudnak a rendszer egyik pontjából egy másikba termelni. A szél vagy fúj, vagy nem fúj, ráadásul az sem mindegy, hogy milyen sebességgel teszi azt. Az ellátásbiztonság biztosításának érdekében tehát az áramnak különböző forrásokból kell származnia. A szén- és atomerőművek, valamint a gázvezetékek is fizikailag mind egy helyen vannak. Tehát nem a probléma természete változott, az okos hálózat ellenére sem, hanem az egyes komponensek viselkedése, a közöttük fellépő kölcsönhatások már nem ugyanolyanok, mint korábban. Például új közlekedési rendszer kiépítésekor lehet, hogy a villamosnak új villamos vezetékekre van szüksége, ami miatt a hő- vagy gázellátás sérülhet. A terhelést megváltoztatni nem lehet: nem kapcsolhatjuk ki hideg időben a fűtőtesteket, és nem kapcsolhatjuk le a villanyt éjszaka. Ahhoz, hogy kiderítsük, hogy egy város teljes igényéből mennyit tudunk szabályozni, és mennyit nem, minden házba okos mérőórát kéne elhelyezni, amely minden eszközt monitorozni képes. Ez nem lehetséges, így adatelemzést és modellezést kell alkalmazni mérések és valószínűségek alapján. Az erre kifejlesztett eszköz az egyes házak keresletét bontja le adatokra, mesterséges hálózatok segítségével. A keresletek és a terhelés a különböző háztartási eszközök esetében más terheléssel járnak. Ez akár 24 órára előre tud jelezni, hogy milyen fogyasztás

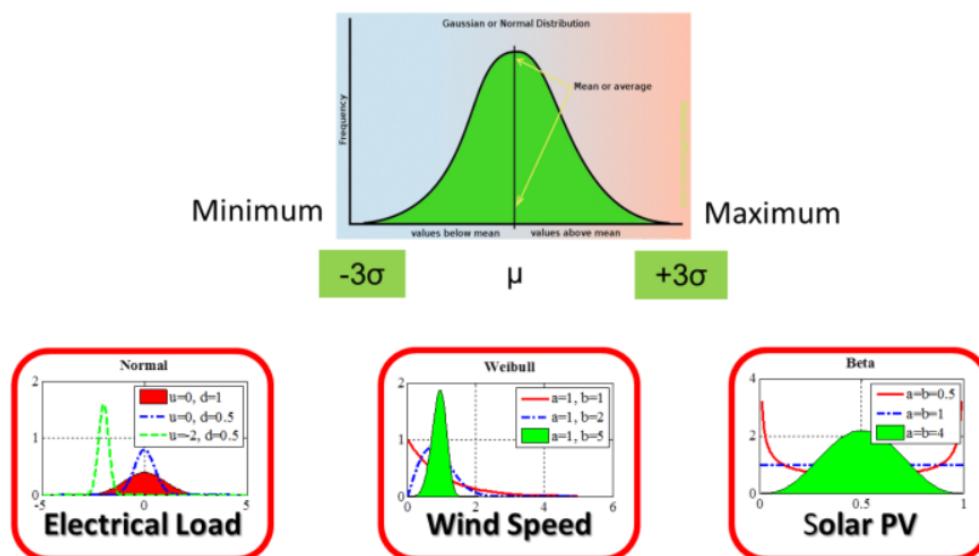
várható, de a korábbi adatok segítségével azt is meg tudjuk jósolni, hogy 30 perc múlva mi lesz a kereslet. Ezzel azt is meg lehet határozni, hogy mekkora terhelést nem tudunk szabályozni, illetve hogy a rendszer mely részeit tudjuk szétkapcsolni anélkül, hogy ez bárkit hátrányosan érintene. Az ilyen rendszerszintű vizsgálatok pontossága 99,9%.

Kihívások a villamosenergia-rendszeren

Három fő kihívást állapítottak meg a villamosenergia-rendszeren, melyeket mindenképp meg kell oldani ahhoz, hogy stabil legyen az ellátás. Az első kihívás az adatok gyűjtése és elemzése az energiarendszerből. Az okos mérők folyamatosan kommunikálnak velünk, információkat küldenek vissza, de ezeken kívül különböző kiberbiztonsági és adatvédelmi eszközök is működnek a hálózaton. Az adatmennyiség egyre növekszik, és nehéz megállapítani, hogy mi az, amire ténylegesen szükség van belőle. Előfordul az is, hogy túl kevés releváns adatot kapunk, és az is, hogy túl sokat, ami megnehezíti az információgyűjtést. A SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) rendszerek 1-5 percenként küldenek friss adatokat, a WAMS (Wide Area Monitoring Systems) pedig 50–60 másodpercenként. Információt küldhetnek még fejlett intelligens mérők, kétirányú kommunikációra képes és helyhez kötött eszközök. A terhelés és fogyasztás szintjén a teljesítményt hagyományos PQ (Power Quality) monitorozással tudjuk mérni, ebbe beletartoznak a megújuló energiaforrások is; a buszokon keresztül 3-5 másodpercenként kapunk új adatokat. Továbbá felhasználói felmérésekből, internetes forrásokból (hálózat teljesítménye, fogyasztói magatartás és preferenciák) és az előzmények nyomon követéséből is nagy mennyiségű adat áll rendelkezésre. Az integrált rendszerek más hierarchikus rendszereknek tesznek jelentést, ilyen az elosztó és átviteli hálózat is. Fontos kérdés, hogy szükség van-e egyáltalán ezekre az adatokra, milyen módon tudunk dolgozni velük, és mire tudjuk felhasználni őket. A meglévő és az új eszközök hatékony felhasználására van szükség, a megfelelő adatok és a kétirányú kommunikáció segítségével. A hatékony adatkezeléshez tartozik a jelfeldolgozás, csoportosítás és a jelek továbbítása is. A dinamikus megfigyelhetőséghez, üzemeltetéshez és vezérléshez elengedhetetlen, hogy a rendszer alapvetően biztonságos legyen.

A második kihívás a modellezés. Az energiarendszer fokozatosan épült ki, eleinte konzervatív megközelítés mentén, kevés lehetőséggel a változtatásokra. A fejlesztés új blokkokkal és struktúrákkal vált lehetségessé. A jelenlegi villamosenergia-rendszeren túl sok bizonytalanság van jelen ahhoz, hogy a hagyományos determinisztikus modellezés használata indokolt legyen, így a valószínűségi modellezés került előtérbe. Ehhez Monte Carlo szimulációkat

használnak elsősorban, például szélérőműparkok esetében. Fontos látni, hogy a turbinák nem azonos sebességű és irányú szelet kapnak, hiába vannak egy területen, valamint egyes turbinák a többi árnyékában vannak. A szimulációk során megállapítható, hogy az év során a különböző méretű és helyzetű turbinák milyen szelet kaptak általában. Ez a modell jól működik, ha feltételezzük, hogy minden turbina maximális szelet kap, ami azonban lehetetlen.



2. ábra: megújuló Monte Carlo szimulációi

Forrás: Jovica V. Milanovic

A modellezést erősen befolyásolják a piaci erők, a termelés és terhelés bizonytalansága. Átviteli szinten nem látunk minden típusú megújuló energiaforrást, ami nehezíti a pontos meghatározásokat. Befolyásoló erejük van a tárolási technológiáknak, kiegészítő szolgáltatásoknak, vegyes termelési technológiáknak.

A harmadik kihívás az irányíthatóság. A hagyományos, szabályozható erőművek aránya a termelésben egyre csökken, a megújuló alapú technológiák egyre nagyobb szereppel rendelkeznek. Nagy mértékű támogatásra szorulóknak energiatárolás terén, azonban ebben kevés a hasznos tapasztalat. Az időbeli eltérés mellett pedig a rendszer térbeli viselkedése és jellege is változik. Olyan átviteli komponensek adódnak a rendszerhez, melyeket még mindig nem ismerünk kellőképpen. A rendszerünk így egyre összetettebbé válik, ezáltal pedig sérülékenyebb is lesz. A fogyasztó oldali szabályozásban minden apró segítség számít, ezáltal ez egyre fontosabb lesz. Fejlett szabályozhatóságra, energiatárolási stratégiára van szükség. Kritikus a rendszer ellenőrzése, stabilitása és biztonsága, amelyek jobban függnak az időtől, mint korábban. Tudjuk növelni a keresletet

azokban az órákban, amikor jobban fúj a szél, vagy többet süt a nap, ahelyett, hogy lekapcsoljuk a rendszert? Problémát jelent ilyenkor, ha minden akkumulátor tele van, és elveszítjük a termelt energiát. Ha a terhelés magas, akkor generátorokat lehet beindítani.

Nincsen garancia arra, hogy a rendszerünk stabil és biztonságos, a kiépítése egy hosszú távú befektetés, amely számos kockázattal is járt: példának meg lehet említeni az éghajlatváltozást, amely által olyan területeken is megjelennek extrém időjárási jelenségek, például hurrikánok, ahol korábban nem kellett ezekkel tervezni. A rendszer kiépítése során a modellezést ellenőrző tanulmányokat egy bizonyos, hatékony és megbízható módon kell elvégezni. Némi kockázat mindig lesz, a feladat az, hogy ezt a lehető legalacsonyabb szintre csökkentsük. Megoldást jelenthet korszerű vezérlés tervezése, és az ezáltal fokozott hálózati automatizálás. Az új szabályozási struktúrák lehetnek elosztottak, kooperatívak vagy hierarchikusak, adaptívak, valós időhöz közeliek: a lényeg, hogy teljesen integrált rendszerek legyenek, kockázatkorlátozó szabályozással.

Összefoglalás

A jövő energiarendszere kapcsán ezekkel a kritikus területekkel kell majd foglalkoznia a szakembereknek. Minden azonosított kihívás más területtel is összekapcsolódik, így elengedhetetlen a számítástechnika, a társadalomtudományok és a matematika összevonása az energetika tudományával. Fontos, hogy ne úgy gondolkodjunk, hogy a meglévő eszközeinkhez mérjük a problémát és a megfelelő megoldást: azt az eszközt kell megtalálnunk, amely ezen specifikus problémák megoldásához alkalmazható.

Bangó Zsófia Lilla

Az Energetikai Szakkollégium tagja