



BME OMIKK  
ENERGIAELLÁTÁS, ENERGIATAKARÉKOSSÁG  
VILÁGSZERTE

44. k. 12. sz. 2005. p. 10–15.

Az energiagazdálkodás alapjai



## Jövőbeli irányzatok a villamosenergia-ágazatban

*A népesség növekedése okozta, különösen Ázsiában tapasztalható gazdasági fejlődés és az elektromos áramot használó alkalmazások és készülékek folyamatos szaporodása miatt a villamosenergia-fogyasztás a következő évtizedekben folytonosan növekedni fog. Ennek kielégítése során számos új műszaki és gazdasági megoldást kell/fognak kidolgozni és bevezetni. Ezek kiterjednek a villamos energia előállítására, szállítására, elosztására, az ellátás megbízhatóságát és biztonságát szavatoló eljárásokra, új energiaforrások kihasználására és a környezetet kevésbé károsító üzemeltetésre. Jelentős újdonságok várhatók a villamos hajtások, járművek és az épületautomatizálás terén, és várható az egyre intelligensebb energetikai berendezések megvalósítása is.*

---

Tárgyszavak: villamosenergia-ágazat; villamos hajtás; vasút; épületautomatizálás.

---

Az emberi társadalom egyre jobban függ a megszakítatlanul rendelkezésre álló energiától. Ugyanakkor számos új technológia versenyez a piaci részesedésért az energiatermelésben, az elosztóhálózatokban új elsődleges és másodlagos technikák kínálnak hatalmas lehetőségeket a berendezések jobb kihasználására és a rendszerirányítás optimalizálására, intelligens rendszerek gondoskodnak a villamos energia hatékony

kihasználásáról. A továbbiak az egyes részterületek várható trendjeit veszik sorra.

### **Az energiatermelés**

Már ma is látható, hogy a jövőben a villamosenergia-termelésben a technológiák és folyamatok nagyon széles választékának kell

rendelkezésre állnia, hogy a mindenkori optimális megoldást össze lehessen állítani. A fő összetevők ebben továbbra is a fosszilis és nukleáris tüzelőanyagok mai berendezései és rendszerei lesznek, azaz gőz-, gázturbinák és generátorok. A továbbfejlesztésük fontos hajtóerejeként említhetjük az innovatív szerkezeti anyagokat és az optimált működési elveket. Az utóbbi években az erőművek felújításánál a továbbfejlesztett összetevők és berendezéstechnika révén több százalékpontnyi hatásfokjavulást, és ezzel jobb teljesítménykihasználást sikerült elérni. Lehetőség van azonban a teljesítmény további növelésére is. Kémiai folyamatok felhasználása lehetővé fogja tenni, hogy káros anyagokban szegény, vagy azoktól mentes tüzelőanyagokat állítsanak elő, továbbá hogy a nemkívánatos anyagok – mint pl. a CO<sub>2</sub> – kibocsátását elkerüljék. A cél olyan fosszilis tüzelőanyag-felhasználás, amelynek nincs károsanyag-kibocsátása.

A CO<sub>2</sub>-kibocsátás csökkentése iránti elkötelezettség és a források mind szűkösebbé válása a portfólió lényeges részévé teszi a megújuló (regeneratív) energiaforrások felhasználását. A már ma is jól fejlett víz- és szélenergia-felhasználás mellett a biomassa, a napenergia és geotermikus energia is egyre jobban szerepet kap a villamosenergia-termelésben. Mivel ezek az energiahordozók nem állnak folyamatosan rendelkezésre, szükség van a jelenleginél

nagyobb teljesítményű energiatárolási rendszerek kifejlesztésére.

### **A villamosenergia-kereskedelem**

Ahhoz, hogy a különféle termelő berendezések felhasználásában az eredő gazdasági optimumot elérhessük, fontos eszköz a piac és a piaci ár. Így a jövőben az új piaci modellek szerint működő termelő berendezések felhasználásának tervezésekor figyelembe kell venni mind az ökológiai peremfeltételeket a CO<sub>2</sub>-kereskedés formájában, mind a fokozottan a forrás rendelkezésre állásához kötött termelő berendezéseket is. Az országhatárokon átnyúló villamosenergia-kereskedelem forgalma növekedni fog, és az erőművek építése és használata Németországban egyre inkább kölcsönhatásban fog állni az európai külfölddel. 2004-ben Németországban az összes elfogyasztott villamos energia 12%-át a tőzsdén adták el. Itt meg kell különböztetnünk az azonnali piacot – amelyen a mindenkori következő napi szállításokkal kereskednek – és a hosszabb lejáratú határidős ügyleteket a határidős piacon, amelynek a célja a kockázatok elleni pénzügyi biztosítás. A kereskedésben résztvevők növekvő száma és a bankok növekvő elkötelezettsége mutatja a tőzsdei villamosenergia-kereskedelem vonzerejét. Az említett fejlemények még összetettebbé teszik a piaci model-

leket, ezért itt nagy szükség van a mérnökök módszertani tudására és a műszaki-gazdasági összefüggések terén meglévő szaktudására – sokkal inkább, mint valaha.

## **A villamosenergia-elosztó hálózatok**

Mivel egyrészt az energiaellátó berendezések közül sok élettartamának a vége felé jár, másrészt a szükségletek jelenlegi prognózisai már nem felelnek meg az annak idején kidolgozott szerkezeti elképzeléseknek, ezért újfajta, karcú és költséghatékony hálózati struktúrákat kell kialakítani, amelyek a kedvező árú és a szükséges mértékben megbízható ellátás mellett rugalmasak is, vagyis rövid távon hozzáigazíthatóak a megváltozott hálózathasználati módokhoz, például egy eljövendő, nagy területen működő, decentralizált betáplálású, tüzelőanyag-elemekre vagy hasonló energiaforrásokra támaszkodó hálózathoz. Ide tartozik az üzemirányítási elvek optimalítása is az információtechnológia eszközeivel, és az adatátvitel, például az internet felhasználásával.

A villamosenergia-ágazat üzemi eszközeiben korszerű és újfajta szerkezeti anyagok jelennek meg, például mágnesek, szupravezetők vagy félvezetők anyagaiként. Rendszertechnikailag jelentősnek ítéelhetjük a szupravezetős zárlati

áramkorlátozók felhasználását. Ezek a jövőben olyan nagyterjedésű hálózati struktúrák kiépítését fogják lehetővé tenni, amelyek mind- eddig nem voltak lehetségesek. Míg a kisfeszültségű technikában a teljesítményelektronikai alkatrészek széles spektruma használatos, addig a villamos energia átvitelében és elosztásában – gazdasági okokból – ma még csak különleges területeken, mint a nagyfeszültségű egyenáramú átvitelnél vagy a vasúti hálózatok csatolásánál alkalmazott statikus átalakítókban fordulnak elő. A szilícium-karbid alapú, magas hőmérsékletet elbíró teljesítményelektronikai alkatrészek révén a veszteségek jelentős csökkenése várható. Az intelligens vezérlési eljárásoknak köszönhetően a jövőben az áramátalakítók hatásfoka lényegesen jobb lesz, nagyobb megbízhatóság, tömörebb kivitel és lényegesen kisebb életciklus-költségek érhetők el. Így például a jövőben az elosztott villamosenergia-termelők félvezetős kapcsolón keresztül közvetlenül az elosztóhálózathoz lesznek csatlakoztathatók. Emellett ezek a teljesítményelektronikai egységek felhasználhatók lesznek aktív szűrőként is a felharmonikusoknak kitett hálózatokban, vagy a hálózat teljesítményáramának aktív szabályozásában. Az olyan üzemi eszközök, mint a nagyfeszültségű egyenáramú átviteli berendezések, a teljesítményhatároló és vákuumos teljesítménykapcsolók, fém-oxid túlfeszültség-levezetők stb. mind csúcstechnikai termékek.

A jövőben az erősáramú technika és a kommunikációtechnika szoros kapcsolatba kerül. Ez azt jelenti, hogy az elsődleges technika készülékei intelligenssé és kommunikációra képessé válnak. Ehhez jelentős erőfeszítésekre van szükség a közeljövőben a szabványosítás terén, és kellenek a közvetlenül, pl. a kapcsolókészülékbe beépíthető, robusztus, megbízható és kedvező árú adatátviteli egységek is. Az automatizálás szintje ma még csekély, különösen az elosztóhálózatokban. Itt az IT-technológiák bevezetésére további széles terület kínálkozik a hálózatok rugalmasabbá tétele érdekében. A villamosenergia-felhasználás optimalizálásának céljából a jövőben intelligens energiamedzsent-folyamatokat fognak a berendezésekbe telepíteni. Ezek a folyamatok arról is gondoskodni fognak, hogy üzemzavar esetén önműködő mechanizmusok hajtsanak végre teherledobást és újraindulási stratégiákat. További példák e terület innovatív fejlődésére az átviteli hálózat szűk keresztmetszeteinek önműködő kezelése, továbbá egy hálózati tartományon belül a szabályozási tartaléknak a szélenergia-betáplálás előrejelzésével kombinált optimálása, amelyek mind előkészítik a villamosenergia-ellátó hálózatokat a következő évtizedek követelményeire.

A jövőben a hatékonyabb hálózati üzemet újszerű munkaerő-menedzsent módszerekkel fogják támogatni. Ide tartoznak többek között

az olyan korszerű technológiák, mint a GPS-szel segített navigáció integrálása. A jövőben a villamosenergia-ipar sok berendezésében bevezetik a távdiagnosztikát, amivel a készülékek megbízhatósága és rendelkezésre állása megnövelt terhelés mellett is fenntartható. A távdiagnosztika szakértői rendszerekkel kombinálva állapotól függő, javított állagmegőrzési és felújítási stratégiát tesz lehetővé, valamint költségcsökkentési lehetőséget is kínál.

### **Hajtások**

A villamos hajtások területe a következő évtizedekben is a termelés automatizálásának és egyidejűleg a villamos energia hatékony felhasználásának úttörője lesz. Az utóbbi években a piacon erősen megnőtt a megnövelt hatásfokú villamos motorok részesedése. Az iparban felhasznált energia kerekén 20%-át szivattyúhajtások fogyasztják. Jelentősen kisebb veszteségek érhetők el a szivattyúberendezések változtatható fordulatszámú meghajtásával. Nagy előrelépést jelentett az állandómágneses szinkrongépek megjelenése. Ezek a gépek a jövőben nagy reményekre adnak okot, mert áramátalakítón keresztül és a forgórész helyzetétől függően táplálva az egyenáramú gépek jellegzetességei szerint viselkednek, és kiemelkedő hatásfokot tesznek lehetővé. Ezeket a gépeket kefe nélküli egyen-

áramú hajtásként már ma is nagy, pl. 20 MW teljesítményű hajómotorként, ill. nagy szél-erőművekben kb. 3 MW teljesítményig mint generátort is felhasználják. Az ipar területén a „helyszíni intelligenciával” ellátott alkalmazások jelentősen szaporodnak, pl. a változtatható fordulatszámú hajtások adatbuszos összekötése áramátalakítóikon keresztül, amelyeket egyébként már a motorba integráltak. Az ún. integrált áramátalakítós hajtások lehetővé teszik az automatizálást és a hajtások nagyterjedésű hálózatba kötését. A hajtások integrálása a termelési folyamatba mechatronikai hajtási megoldásokhoz vezet. A mechatronikai terméktervezés – egyre inkább szimulációs módszerekkel – megköveteli a mérnökök interdiszciplináris együttműködését, gyakran a vevők közvetlen bevonásával.

## **Vasutak és villamos meghajtású járművek**

A német kötőtpályás járműipar technológiai vezetőszerepet tölt be a világon, a gépkocsiiparhoz hasonlóan. Mind a kötőtpályás nagysebességű közlekedés, mind a kötőtpályás helyiérdekű forgalom a nagyvárosokban elképzelhetetlen villamos hajtások nélkül. A kötőtpályás járművek esetében jól bevált a GTO-tirisztoros (Gate Turn-Off), ill. IGBT-tranzisztoros (Insulated-Gate Bipolar) impulzus üzemű

áramátalakítókkal, változó frekvenciával táplált robusztus aszinkrongépes hajtás. További egyszerűsítések és a teljesítőképesség növelése várható az áramátalakítóval táplált állandómágneses szinkrongépektől és a mechatronikus futómű-rendszerektől, amelyek azt ígérik, hogy a kerék-sín-rendszerekre jellemző korlátozó kényszer-csatolásokat némelyikét feloldják. A fejlesztések homlokterében van a magas hőmérsékleten szupravezető rendszerek felhasználása transzformátorokban, mindenekelőtt a szűkös helyviszonyokkal jellemezhető mozdonyokban, de hajómotorokként alkalmazott szinkrongépekben is. A nagysebességű kötőtpályás közlekedés területén a mágneses lebegtetésű sikló-pályás vasút a sanghaji (Kína) repülőtérenél elérte a műszaki érettséget. Teljesen automatizált, vezető nélküli helyi érdekű vasúti rendszerek lépnek üzembe egyre több helyen, hasonlóan a teljesen automatizált áru fuvarozó rendszerekhez. Itt lényeges részt fognak kitenni a forgalom-távírányítási rendszerek. A távolsági forgalomban Európában bevezetik az egységes európai vonatbiztosítási és üzemirányítási rendszert, ami a vasúti rendszerek fokozott üzembiztonságát és megbízhatóságát teszi lehetővé.

A gépkocsiiparban is lehetővé teszik a villamos hajtások az elsődleges energiafogyasztás és a légszennyezés további csökkentését az agglomerációs övezetekben, többnyire hibrid formában, belső égésű motorokkal együtt alkalmazva – a jövőben tüzelőanyag-elemekről

táplálva. Sokféle teljesítményelektronikai rendszer növeli a gépjárművekben a közép- és luxuskategóriában a biztonságot, kényelmet és a vezetés élvezetét.

## Épületautomatizálás

Az intelligens villamos alkalmazások területén hatalmas megtakarítási potenciál van. Ez különösen igaz a korábban leírt hajtások mellett az intelligens épületautomatizálásra is. Itt az épületvillamossági rendszerek integrálódása fog bekövetkezni, azaz az épület villamos rendszereinek egységes szemlélete – mondhatni „felülnézete”. Az egész rendszer együttműködése áll azon fázisok előterében, amelyek célja az energiahatékonyság, a kényelem növelése és a rugalmasság.

## Nagy kihívások a mérnökök számára

A vázolt, az energiarendszerekkel szemben támasztott komplex jövőbeli követelmények

főként a mérnökök számára jelentenek új és izgalmas szakmai feladatokat a villamos-energia-ágazat terén. A kihívások főleg az új technikák, a nagyobb teljesítményű programrendszerek kifejlesztésében és a korszerűbb kommunikációs technológiák alkalmazásában jelentkeznek. A műszaki képességek mellett ezek a mérnököktől a gazdaságosság, az erőforrásokkal való takarékoság és a környezetvédelem iránti elkötelezettséget követelik meg.

**Összeállította: Gaul Géza**

## Irodalom

- [1] Glasinger, W.: Trends in der elektrischen Energietechnik. = etz Elektrotechnik und Automatisierung, 126. k. S 2. sz. 2005. máj. p. 56–61.
- [2] Kind, A.; Schnettler, A.: Elektrische Energietechnik – Versuch einer Standortbestimmung. = etz Elektrotechnik und Automatisierung, 125. k. 9. sz. 2004. p. 90–94.



*Kellemes Karácsonyi Ünnepeket  
és Boldog Új Évet  
kívánunk  
minden kedves Olvasónknak,  
Szerkesztőség*