

NAGY EGYÜTTMŰKÖDŐ VILLAMOSENERGIA-RENDSZEREK PERSPEKTÍVÁI*

GESZTI P. OTTÓ**
AZ MTA LEVELEZŐ TAGJA

és

SZENDY KÁROLY***
AZ MTA LEVELEZŐTAGJA

A villamosenergia-hálózatok szempontjából alapvető tény, hogy a villamosenergia-fogyasztás hazai vonatkozásban — de így van ez mindenütt — kb. $8 \div 11$ évenként duplázódik. Ez lényegében véve azt jelenti, hogy $30 \div 35$ évenként megtízszereződik. Ez a fejlődési ütem még a nagy fajlagos fogyasztású országokban is érvényesül, esetleg ezekben az alacsonyabb értékek a mérvadóak. E nagyobb villamosenergia termeléssel az ipar úgy igyekszik lépést tartani és a hálózatok gazdaságosságát fokozni, hogy egyre nagyobb gépegységeket építenek. A legnagyobb gépegységek mérete az 1900 körüli 1 MW-ról kb. 1000 MW tájékára emelkedett napjainkban és várhatóan tovább fog növekedni. A legnagyobb hálózati feszültség is emelkedik, látszólag kisebb ütemben, 60 év átlagában az a feszültségemelkedés évente mintegy 3%-ot tett ki, ellentétben a terhelésemelkedés $7 \div 8\%$ -ával. Kb. 35 évvel ezelőtt, vagyis amikor a teljesítmények a jelenleginek egy tizedrészénél voltak még csak, a legnagyobb hálózati feszültség 220 kV volt a világon, ma viszont a legnagyobb üzemi feszültség 750 kV. Miután ismeretes módon egy vezeték természetes teljesítménye a feszültséggel négyzetesen növekszik, érdekes módon egy jelenlegi 750 kV-os vezeték természetes teljesítménye is kb. $10 \div 12$ -szerese (a köteges vezetők miatt) a 35 év előttinek. Hálózati vonatkozásban a változás a múlthoz képest strukturálisan mindössze annyi, hogy az elosztóhálózatok, a kooperációs feszültségű hálózatok feszültségszintje emelkedett és a hálózatok bonyolultabbak, erősebben összehurkoltak és az óriási együttműködő hálózatok révén a legnagyobb egységek részaránya is százalékosan kisebb lett. Alapjában véve az össz hálózati struktúra gyakorlatilag ugyanaz maradt, mint azelőtt, inkább a fogyasztás kihasználási óraszámában van némi változás, általában csökkenés. Természetesen ezekkel a változásokkal együtt javult az össz-gazdaságosság kal/kWh-ban számítva, javult az üzembiztonság, a hálózat

* Az MTA Műszaki Tudományok Osztályának 1973. május 9–10-i tudományos ülésén elhangzott előadás

** Prof. Dr. Geszti P. Ottó, 1124 Budapest, Jagello u. 13.

*** Dr. Szendy Károly, 1026 Budapest, Ábrányi Emil u. 1.

általában merevebb lett, ami együttjárt a rövidzárlati áramok növekedésével. A hálózatok jobb kihasználása miatt szükségessé vált a stabilitás javítása. Ezért szükséges, hogy a megszakítók és a védelmek sokkalta gyorsabbak legyenek mint régebben voltak. Végülis a hálózatra azt lehet mondani, hogy a struktúra állandósága, vagy csekély változása mellett a feszültségek, a teljesítmények, az áramok, az igénybevételek stb. stb. nőttek. A változás tehát az elmúlt évtizedekben nem forradalmi, hanem állandó evolúciós jellegű volt. A rendszer teljesítmény és a feszültségnövekedés következtében a zárlati teljesítmények megnöttek, a nagyfeszültségű átvitelnek a környezetre való hatása fokozottabb mértékben kezdett jelentkezni, így mutatkozott a zárlati áramoknak a távközlő vezetékekre kiható zavarása. Ezért a zárlat következtében fellépő érintésvédelemre gondot kellett fordítani, hasonlóképpen figyelembe kellett venni az igen-nagyfeszültségű szabadvezetékek közelében jelentkező elektrosztatikus télerősség élettani vonatkozásait.

A rendszerteljesítmény és feszültségnövelése fokozottabb igényeket támasztott a gyártmányok megbízhatóságával kapcsolatban. A villamos gépek és készülékek műszaki megoldásai bonyolultabbakká váltak, a bonyolultság ellenére pedig az üzembiztonságnak nem volt szabad csökkennie. Ez maga után vonta azt, hogy a fejlesztő és kísérleti laboratóriumokat kellett maguknak a villamos műveknek is felállítaniuk a gyártó ipari kutató és fejlesztő intézmények mellett. Ezekben a laboratóriumokban végzett kísérletek szolgálnak alapul a berendezésekkel szemben támasztott műszaki igények pontosabb megállapítására. A nemzetközi munkamegosztás, információcsere az elmúlt 20 év alatt ezen a területen intenzív mértékben fejlődött.

Érdekes módon bizonyos ilyen jellegű változások befolyásolták a hálózatot, ami azt jelenti, hogy különleges feszültséggyorsszabályozókkal a stabilitást jelentősen lehetett javítani. Ugyanilyen hatásúak voltak a védelmeknél a gyorsan működő és szelektív védelmek is. Ellenkező irányban hatott az a körülmény, hogy 1000 MVA-es generátor forgórésze alig nagyobb, mint egy 100 MW-osé, de a rendkívül bonyolult erőteljes hűtés miatt 1000 MVA-val lehet üzemeltetni. Ennek eredményeképpen viszont a forgórészben tárolt energiának az egységnyi leadott teljesítményre eső hányada lecsökken. Ugyanakkor éppen a hűtés miatt — miután áramkörileg alig van változás a kisebb gépekhez képest, csak az egységteljesítmény lett nagyobb, — a szubtranzien, tranziens és a többi fajlagos impedancia paraméter eléggé megnövekszik, tehát a tranziens számításokban szereplő inercia és reaktancia értékek teljesen mások, mint a közönséges léghűtéses esetben voltak.

Amíg a múltban egy teherelosztóból gyakorlatilag lehetséges volt különböző bonyolultságú világító-, vagy nem-világító-, automatikusan működő, vagy kézzel állított sémákkal nyomon követni a hálózat helyzetét, addig a mai nagy hálózatokban ez már nem lehetséges. Nemcsak az üzemállapot áttekinthetetlen, hanem az is, hogy bizonyos zavarok hogyan kerülhetők el,

illetve, ha már bekövetkeztek, hogy lehet ellenük védekezni. A számítógépek on-line és off-line használata azonban ezt a problémakört is nagymértékben meg tudja oldani, így a helyzet egy korszerű teherelosztóban a diszpécserek számára sem bonyolultabb, mint volt kb. 20 évvel ezelőtt. Természetesen ahhoz, hogy a hálózatot megfelelően lehessen üzemeltetni, ma már nem egy esetben megbízhatósági számításokat kell végezni, tervezésénél magára a hálózatra, illetve az erőműre vonatkozólag. Ezek az úgynevezett megbízhatósági (reliability) számítások. De megbízhatósági számításokat kell végeznie a teherelosztónak is, amely adott pillanatban a várható, kb. 4 ÷ 10 órán belüli állapotot figyeli megbízhatósági szempontból és számot vet azzal a kérdéssel, hogy egy-egy egység, generátor, transzformátor, vezeték kiesése esetén a várható legkedvezőtlenebb és várhatóan legvalószínűbb terhelési esetnek milyen kihatása lesz. Ezek az ún. security számítások. Ezt szükségessé teszi a rendkívül sok elem és a rendkívül sok elemből kiváló egy elem által okozható kaskád elromlási lehetőség, illetve annak elkerülésére teendő intézkedések.

Számítástechnikának a villamosenergia-rendszer irányításában való térhódítása a kezdeti időszakban világszerte rohamos léptekkel indult. A műszaki és gazdasági korlátok azonban rövidesen arra készítették a vállalatokat, hogy az irányítástechnikai megoldásaik rendszeres fejlesztését irányozzák elő. Ezen a területen is a nemzetközi információcsere kedvezően hat, egyébként is a nagy villamosenergia-rendszer egyesülésekben a résztvevők az egyes problémák megoldására hasonló megoldásokat igyekeznek keresni. Ebben az esetben is a nemzetközi munkamegosztás szerepet kap.

Itt kellene megemlékeznünk az egyenáramú energiaátvitelről is, amely 20 évvel ezelőtt úgy látszott, hogy egy igen fontos és a fejlődésre nagy hatással levő energiaátviteli módszer lesz. Ezek a várakozások idáig még nem váltak be, miután kb. 2 kézen megszámolható a jelenleg üzemelő vezetékek száma. Mindenesetre az várható, hogy a nagyfeszültségű, szilárdtest egyenirányítók fejlesztésével kapcsolatosan a következő évtizedekben több helyen fogják megvalósítani az egyenáramú átvitelt. Egyelőre az átalakító berendezések viszonylag költségesek, a fejlődést hátráltatja az egyenáramú megszakítók hiánya, melynek következtében csak két pont közötti átvitel valósítható meg.

Mi várható a jövőben?

A fogyasztói oldalról az elkövetkezendő 2 ÷ 3 évtizeden belül nem várható semmilyen oknál fogva, hogy a fejlődés üteme csökken, vagy legalábbis lényegesen csökken. Azt a bizonyos telítődést, amiről sokszor van szó, úgy gondoljuk, hogy sok más komponens ki fogja egyenlíteni, nem utolsósorban az energiaár függvényében a villamos fűtés. Ennél is jelentősebbnek véljük azonban kb. a 80-as évek közepére, esetleg végére a villamos autók megjelenésével kapcsolatosan a villamosenergia-fogyasztás még a jelenleginél nagyobb mértékű fejlődését. A jelenlegi akkumulátorok fajlagos tárolókapacitását kb.

1 : 4 arányban kell fokozni, hogy a villamos autó reálisan használható legyen. Miután elég régen igen nagy kutatások folynak ezen a területen, és a fajlagos tárolóképeség tekintetében már nagyokat léptek előre, elképzelhető, hogy ez 10 ÷ 15 év múlva ipari mértékben is kivitelezhető villamos autók kibocsátását teszi lehetővé.

Valószínűleg azonban nehéz lesz kielégíteni azt az USA-ban előirányzott feltételt, amely szerint 40 km/óra sebességről 15 mp alatt kell 100 km/óra sebességre az autónak felgyorsulnia. Megemlítendő, hogy foglalkoznak a tüzelőanyag cellával kombinált akkumulátor hajtású autó készítésével is. A tüzelőanyag cella műszaki használatra alkalmas kialakítása azonban még további problémákat vet fel, így ennek a kérdésnek a megoldása a második lépcsőben várható.

Ha a hazai viszonyokat nézzük és 1980 tájára várható gépkocsik számát 1 millióra tesszük, és az egységteljesítményt 40 kW-ra vesszük fel, úgy abban az időben az autók összteljesítménye 40 000 MW lesz, ami 4 ÷ 5-szörte több, mint a Magyarországon akkor rendelkezésre álló összes erőmű teljesítménye. Természetesen fel kell tételezni, hogy az autókat éjszakai feltöltésük alkalmával összteljesítményük töredék részével kell majd tölteni, de ez is arra mutat, hogy a villamos autók használata rendkívül erőteljesen érintheti a villamosenergia iparágat, annak szükséges méreteit, gazdaságosságát és az elosztóberendezéseit. Mindenesetre amennyiben ez megvalósul, úgy ez a fejlődés még gyorsabbá tenné a villamosenergia-fejlesztés felfutási ütemét.

Ennyit a fogyasztói oldalról, amit úgy foglалhatunk össze, hogy a jelenlegi fejlődés üteme változatlanul meglesz, amihez képest esetleg még erőteljes növekedés várható.

Nem várható lényeges változás a villamosenergia termelés technológiájában sem. Technológia alatt azt értjük, hogy valamilyen héj-, vagy magenergiából gőzt állítanak elő, a gőzzel turbinát hajtának, és a turbina nagy, koncentráltan elhelyezett generátorokat hajt. A gázturbinákat is ide vehetjük, bár ott a gőz kihagyásával állítják elő az energiát. Ilyen értelemben tehát a hálózat és az energiaátvitel struktúrája sem fog változni, amely a nagy egységekből valamilyen úton átszállítja az energiát a fogyasztóhoz. Mindenesetre tehát nem lehet decentralizált egységekkel számolni.

A hálózati struktúra alapján véve tehát marad, és az elkövetkezendő kb. 30 ÷ 35 év alatt várhatóan a legnagyobb feszültség értéke kb. 2 millió V tájékára fog emelkedni. Ez megfelel az átvihető tízszeres teljesítménynek. Jelenleg kutatások folytak már 1000 kV és e fölötti feszültségekkel, de az az általános vélemény alakult ki, hogy Európában a 4 ÷ 500 kV-hoz képest egyelőre nem érdemes a jelenlegi teljesítményszinten nagyobb feszültségeket beállítani, mert ezekkel a feszültségekkel jól lehet uralni a problémákat és a 750 kV nagyon kis lépés ezekhez a feszültségszintekhez képest. Természetesen olyan helyen, ahol 300 kV-os a feszültség szint, ott érdemes lehet 750 kV-ot

bevezetni, ugyanis kb. ötszörös teljesítmény vihető át egy 750 kV-os vezetéken a 300 kV-oshoz képest. Bár a Szovjetunióban és Amerikában az 1 millió voltos vezetékekkel kapcsolatosan laboratóriumi kísérletek már rendelkezésre állnak, és úgy látszik, hogy a műszaki problémák megoldhatók, mégis ezek bevezetéséről a közeljövőben nem lesz szó, éppen a kis feszültséglépcső miatt.

Újabb feszültséglépcsők bevezetéséhez tájékozódásul szolgál a következő évekre előre becsült 100 ÷ 300 km hosszú ún. rövidtávú és 500 ÷ 1500 km-nek megfelelő hosszútávú átvitelre előre látható legnagyobb átviteli teljesítmény értékek, amelyet a nemzetközi CIGRÉ szervezetnek erre a célra összeállított munkabizottságon készített.

Ezek az értékek az I. táblázatban foglalhatók össze:

I. táblázat

Az átviteli teljesítmény előre látható legnagyobb értéke

Év	100–300 km (rövid távolságra)	500–1500 km (hosszú távolságra)
1980	4 000–5 500 MW	2 000–4 500 MW
1990	6 000–12 000 MW	4 000–7 000 MW
2000	11 000–22 500 MW	8 000–10 000 MW

A fenti értékek tájékozódásul szolgálnak a legnagyobb átviteli feszültség kiválasztására, ugyanis a feszültség függvényében a műszaki és gazdasági tényezők figyelembevételével az átviteli képesség a II. táblázatban foglalható össze.

II. táblázat

Feszültség kV	Átviteli képesség MW
765	2 000–3 000
1100	4 000–6 500
1500	8 000–14 000

Magyarországon az eddigi vizsgálatok alapján úgy tűnik, hogy 400 kV-nál nagyobb feszültségszint belső célokra 1990-ig, sőt 2000-ig sem szükséges, elképzelhető azonban, hogy a nemzetközi kapcsolatok bővítése érdekében hazánk területén 400 kV-nál nagyobb feszültségű vezeték és hozzátartozó transzformátorállomás létesüljön, a konkrét megoldás ismeretében kell majd eldönteni, hogy a nagyobb feszültségű átvitelt milyen mértékben célszerű hazai célokra is felhasználni. Minthogy a 400 kV-nál nagyobb feszültségű átvitel magyar területen való megvalósítása lehetséges, annak műszaki és gazdasági kihatásait tanulmányozni kell, felhasználva az ezen a területen elért eredményeket.

A fokozódó iparosítás és az intenzív mezőgazdasági művelés következtében a szabadvezetékek nyomvonalasávanak és az állomások területfelhasználása fokozott problémát jelent. Ez a kérdés egyben a nagyobb feszültségű

átvitel irányában hat kényszerítően, mely esetben a kisajátított terület kihasználása növelhető, viszont a nagyobb feszültség szint bevezetése az első időszakban jelentős többletköltséget okoz, kezdetben kisebb igénybevétel miatt. A szabadvezetékek területigényét csökkentheti a több rendszerű (esetleg azonos oszlopsoron különböző feszültség szintű) vezetékek alkalmazása.

Fokozottabb mértékben kell számolni a jövőben a szabadvezetékek és szabadtéri kapcsolóberendezések levegőszennyezésével, amely a nagyfeszültségű szigetelők átviteléséhez, meghibásodásához és így üzemzavarokhoz vezethet. Az üzemi megfigyelést a laboratóriumi kísérleti tevékenységgel ezen a területen koordináltan kell a jövőben megfelelő intenzitással továbbfolytatni. Figyelembe kell venni, hogy a nagyobb feszültségű vezetékek, berendezések meghibásodása számottevő teljesítőképesség kiesését eredményezheti.

Növekvő problémát okoz nagyvárosok, koncentrált ipartelepek villamosenergia ellátása. Ezeknek a területeknek a megközelítése szabadvezetékekkel nehézségekbe ütközik. A szabadtéri kapcsolóberendezésnek lakott területen való elhelyezése városesztétikai szempontból kifogásolható, ipartelep melletti elhelyezés pedig a levegőszennyezési ártalmak miatt elkerülendő. Így jönnek számításba a nagyfeszültségű kábelvezetékek és a kénhexafluorid gáz töltésű nagyfeszültségű tokozott kapcsolóberendezések.

A kábelek költsége $10 \div 15$ -szöröse a szabadvezetékeknek, ezért iparosított államokban komoly kutatást fordítanak a föld alatti villamosenergia-átvitel gazdaságosabb megoldására. Ilyenek a vízhűtésű kábelek, melyek esetén az átviteli költség mintegy 75%-kal csökkenthető, a kénhexafluorid töltésű vezetékek (70% költségcsökkentés) valamint a szupra vezetős kábelmegoldások. Ez utóbbiak esetén a költségek — előreláthatóan — a jelenlegi kábelköltségek $30 \div 50\%$ -át fogják kitenni, azonban intenzív kutatás esetén is a bevezetésükre csak 20 év múlva lehet számítani.

A fentiekkel szemben a kénhexafluoridos kapcsolóberendezések kifejlesztése már előrehaladottabb állapotban van. Ezek a berendezések 110–220 kV-on több éve vannak üzemben. Költségük egyelőre azonban a konvencionális berendezésekhez képest ezeken a területeken viszonylag nagy, mintegy kétszerese az eddig használtaknak. A 400 kV-os és afeletti feszültségen viszont várható, hogy ennek a tokozott berendezésnek a költségei már a konvencionális berendezéseket elérik, sőt 750 kV felett már alacsonyabbak lesznek.

A megszakító fejlesztés tekintetében úgy látszik, hogy az SF₆-os berendezések fogják elvinni a pálmát, mert az ilyen alállomások és megszakítók rendkívül kis területen, szabadtéren elhelyezhetők és a megszakítók megszakítóképesége, megbízhatósága, kis karbantartási igénye utolérhetetlen előnybe hozza ezeket. Az ezzel kapcsolatos többlet kiadások bőven megtérülnek azáltal, hogy az alállomások behozhatók a városokba kis helyigényük miatt, könnyen és olcsón el lehet helyezni azokat és így gazdaságosságuk bizto-

sítható. Ilyen alállomások és megszakítók elterjedése már a közeljövőben várható.

A teljesítőképesség és feszültség növekedése a villamos szigetelés technikát új feladatok elé állította. Különböző szilárd műanyagok nyernek alkalmazást a gépekben, transzformátorokban, kábelekből és a szabadvezetékknél. De foglalkoznak az olaj tulajdonságainak megjavításával. A fejlődés az egész területen progresszív és közvetlen kihat az üzembiztonságra. A hazai kémiai és műszaki kutatás együttműködése eredményekre bízható.

A háromfázisú váltakozóáram mind a közel-, mind a távolabbi jövőre várhatóan megmarad úgyszólván kizárólagos megoldásként. Most már ugyan várható, hogy az igen nagy távolságú, óriási teljesítményeket Szibériából egyenárammal fogják majd áthozni, és új területe nyílik az egyenáramú átvitelnek aszinkron járó nagy hálózatok közötti kapcsolat létesítésére. Például a nyugat-európai és kelet-európai hálózatok aszinkron járnak, és összes teljesítményük a 100 000 MW táján van. A szinkron járatáshoz óriási szabályozó teljesítmények beállítása válna szükségessé, továbbá sokezer MW átvivőképességű vezetékeket kellene rendkívül erős csomópontok között kiépíteni. Ez pedig a nagy költségek miatt lehetetlenné tenné az ilyenfajta együttműködést. Ennek következtében csak rendkívül lokális jellegű, egészen kis teljesítményű együttműködések tudnak kialakulni, amelyek állandó ide-oda kapcsolgatást igényelnek. Ez pedig nem kívánatos üzemmód nagy hálózatokon. Egyenfeszültségű összeköttetésekkel azonban igen jól meg lehet oldani kisebb-nagyobb országok együttműködését. Sokszáz MW erejéig anélkül azonban, hogy a hálózatokat ide-oda kellene kapcsolgatni, vagy a frekvenciákat össze kellene hozni. Természetesen egy ilyen megoldás drágább, mint egy egyszerű vezeték létesítése, de miután egy ilyen összeköttetés maximálisan hasznosíthatná az átvihető teljesítményeket a szükségnek megfelelően és a durva kapcsolgatások elkerülésével, egészen biztosan, viszonylag rövid időn belül a többlet megtérülne.

A villamosenergia-átvitellel kapcsolatban ismertett problémák közül a következőkben felsorolt tudományos műszaki kérdésekkel célszerű foglalkoznunk.

1. A villamosenergia-átviteli rendszer korszerű irányítástechnikai megoldását kell kidolgozni oly módon, hogy az együttműködést biztosítson az üzemállapot felmérés, a lényeges információs rögzítése, kiértékelése az egyes folyamatirányításokat tartalmazó rendszerirányítás, annak központi berendezése, valamint a rendszerbe beépített szabályozó berendezések és automatikák között. Ez a műszaki feladat több számítástechnikai software és hardware kérdést vet fel, amelyek csak fokozatosan oldhatók meg. Ennek ellenére a villamos energiarendszernek hazai műszaki lehetőségeit tekintetbe vevő koncepciót célszerű elkészíteni, amelyek keresztülvitele kétségtelenül az energiaszolgáltatás minőségének és megbízhatóságának javítását fogja szolgálni.

2. A villamosenergia-ipar kutatóbázisát kell továbbfejleszteni annak érdekében, hogy az ország illetékes kutatóhelyeivel, gyártó és üzemi részlegeivel együttműködve biztosítsa a berendezéseknek a fokozottabb megbízhatóságát a növekvő igénybevételekkel szemben, amelyet a nagyobb feszültségű, a környezeti hatások (pl. levegőszennyezés és a megnövekedett zárlati áramok) okoznak.

3. Tanulmányozni szükséges a nagyvárosi és ipartelepi energiaellátás sajátos műszaki problémáit, amelyek esetenként új műszaki megoldásokat kívánnak. Ilyenek lehetnek az átviteli képesség fokozása miatt vízhűtésű kábelek bevezetése, kénhexafluoridos kapcsolóberendezések alkalmazása.

4. Szigetelőanyagok fejlesztése és kutatása tudományos bázissal együttműködve.

5. A 400 kV-nál nagyobb feszültségű és az integráció következtében nálunk létesíthető átvitel műszaki és tudományos kérdéseinek információk alapján történő feldolgozása és adaptálása. Ide tartoznak még az esetleg létesülő egyenáramú átvitel problémái.

6. A nagyfeszültségű átvitelnek a környezetre gyakorolt hatását is célszerű tovább vizsgálni. Ilyenek lehetnek az élő szervezetre és a tárgyi eszközökre gyakorolt elektrosztatikus, vezetési és elektromágneses hatások. Ezek kapcsán a védekezés eszközei, ill. műszaki megoldások kialakítandók.

A felsorolt műszaki és gazdasági vizsgálatoknak, kutatásoknak továbbra is szervesen kell beépülni ezen a területen folyó nemzetközi tudományos vizsgálatok rendszerébe, különösképpen a KGST tagországok Egyesített Energia-rendszerében sorra kerülő vizsgálatokba és kutatási munkákba.

A hazai igényeket meghaladó 400 kV-nál nagyobb feszültségű átvitel berendezéseinek hazai gyártása a jelen viszonyok mellett — a nemzetközi munkamegosztást figyelembe véve — feltételesen megfontolandó. A 400 kV-os feszültségű és az alatti berendezések azonban továbbra is a hazai ipar termékei lehetnek, és ennek megfelelően a fejlesztésük és korszerűsítésük kívánatos. Ezzel kapcsolatban megvizsgálandó pl. a kénhexafluoridos megszakítók hazai gyártásának bevezetésének kérdése is.

Természetesen a hazai gyártmányfejlesztési munkáknál sok esetben hatásos lehet a licenciatadás területén a nemzetközi együttműködés. Így lehetséges, hogy a megfelelő licenciatétel nyújtja az optimális megoldást.

Összefoglalva az energiaátvitel területén fokozatos műszaki fejlődés várható, de egyes részletkérdésekben 10 ÷ 20 év múlva jelentkezhetnek új megoldások pl. kriotechnika segítségével szupravezeték alkalmazása a föld alatti energiaátvitel esetén. Ezzel kapcsolatos kutatás nagy ráfordítása miatt nem képezheti a feladatunkat, ebben a kérdésben esetleg csak valamilyen jól körülhatárolt részfeladatot vállalhatunk. A hazai kutatást a korszerű irányítástechnikai megoldás kialakítására, a növekvő igénybevételekkel szem-

ben a berendezések megbízhatóságának emelésére kell koncentrálni és műszaki segítséget nyújtani az ipar részére az egyes sajátos problémákkal, pl. nagyvárosi és ipari területek ellátásával kapcsolatban.

Die Perspektiven von großen elektrischen Verbundsystemen. Auf dem Gebiet Energieübertragung ist eine kontinuierliche technische Entwicklung zu erwarten, aber in einzelnen Teilgebieten können sich in 10 . . . 20 Jahren neue Lösungen melden, z. B. die Verwendung von Supraleitern unter Anwendung der Kryotechnik in der unterirdischen Energieertragung. Damit zusammenhängende Forschung kann wegen des hohen Aufwandes nicht unsere Aufgabe sein, in dieser Problematik können wir eventuell nur irgend eine gut umrissene Teilaufgabe übernehmen. Die einheimische Forschung muß auf die modernste steuerungstechnische Lösung und auf die Erhöhung der Zuverlässigkeit der Einrichtungen bei den steigenden Beanspruchungen konzentriert werden, und sie muß der Industrie bei spezifischen Problemen technische Hilfe leisten, z. B. im Zusammenhang mit der Versorgung von großstädtischen und industriellen Gebieten.

The Perspectives of Large Cooperating Electrical Energy Systems. In the field of energy transmission continuous technical development is to be expected, but new solutions to some problems may appear in 10 . . . 20 years, e.g. the application of cryotechnics in underground energy transmission. Because of the high costs, research in this field cannot be our task eventually we might tackle only a well circumscribed partial problem. Hungarian research should aim at developing modern control techniques and increasing the reliability of the installations with a view to the increasing loads, and should help the industry with specific problems, e.g. the energy supply to large cities and to industrial areas.