

Az elektromos vontatás nagyvasutakon nagyfeszültségű váltóárammal.

Kandó Kálmán-tól.*

Bevezetés. Az elektromos vontatás a nagyvasutakon ma már aktuális kérdés.

Nem mint a hogy évekkel ezelőtt várni lehetett, a közönség fokozódó kényelmi igénye, hanem műszaki és gazdasági előnyei tették azzá, melyek rohamosan fejlődő technikája következtében már ma is sok esetben megokolttá teszik a gőzvontatással szemben.

Nem tartozik közleményem keretébe ezeknek az előnyöknek felsorolása, hármazonban felemlíték, mert ezek érlelték meg az elektromos trakció kérdését nagy vasutakon.

Ezek közül az a kettő, a mely a közönséget legközelebből érinti, főleg a kőszénfüst elmaradása és a sebességnek remélt jelentékeny fokozása. Különösnek tetszhetik, hogy mindamellett, hogy az évekkel ezelőtt készült ide vonatkozó tanulmányoknál és terveknél többször a nagy sebesség lebegett a tervező szeme előtt, mégis a kettő közül egyelőre a füst elmaradása bizonyult fontosabbnak és a legelső nagyszabású alkalmazásnak, a baltimore—ohioi vasút baltimorei alagútjában, éppen ez volt az indító oka.

Európában számos a baltimorei esethez hasonló van, a hol — t. i. nehezen szellőztethető erősen emelkedő hosszú alagutakban — a sűrű forgalom következtében annyi füst gyűl össze, hogy a gépkezelő személyzetnél fellépő fuladási esetek forgalmi zavarokat, sőt vasúti szerencsétlenséget is okoznak, mint az egy évvel ezelőtt Olaszországban a Giovi alagútban Turin és Genua között történt. Magyarországon az épülő félben levő fumei nagy alagútban volna az elektromos trakciónak helye.

A mi a második előnyt, tudniillik a sebességnek a villamos vontatás útján való növelését illeti, az ma még csak akadémikus értékű, mert az eddigi kísérleteknél még a gőzlokomotivokkal elért sebességeket sem érték el, nemhogy túlszárnyalták volna. Mivel a villamos motoroknak ide-oda mozgó tömegei nincsenek és így a sebesség növelésének egyik akadály, t. i. a lokomotív káros mozgása elesik, továbbá mivel az elektromos lokomotivok munkabírása a sílyokhoz viszonyítva nagyobb, mint a gőzlokomotivoké, kétségtelen, hogy az elektromos vontatás a vonatok sebességének növeléséhez hozzá fog járulni. De ez annyira tisztán vasúttechnikai kérdés, hogy az ezen a téren elérendő haladás csak kisebb mértékben lesz az elektrotechnika érdeme. Azonban a sebesség növeléséről, mint oly előnyről, mely sok nagyszabású iniciatívának főrugója volt, meg kellett emlékezniem.

A harmadik, az előbbieknél még fontosabb előnye az elektromos trakciónak, mint elektromos munkaátvitelnek az, hogy helyhez kötött természeti erőket, jelesen vízierőket használhat fel vasútvontatásra. Ez ma a nagyközönséget közvetlenül nem, de közvetve annál érzékenyebben érinti, mert a szén drágulása következtében a vontatás költségét jelentékenyen befolyásolja. Az igaz, hogyha a szén költségét a vasúti üzem összes költségeihez viszonyítjuk, úgy látjuk, hogy ez az utóbbinak csak 10—20%-a, de ha az évenként szénben elégetett értéket vesszük, úgy látjuk, hogy a szén árának egy heti vagy hónapi árhullámozása az országok vasutainak budgetjében milliókra menő különbséget okozhat.

* Előadta a Magyar Mérnök- és Építész-Egylet 1900. évi november 10-én tartott egyetemes szakülésén.

Különösen olyan országban, mint Olaszország, a hol kőszéntelepek nincsenek, csak silány minőségű lignit, a mely lokomotívfütésre nem alkalmas, de több mint másfél millió lóerőnyi megbízható nyers vízierő van kihasználatlanul a vasúti vonalak mentén; itt az elektromos vontatás bevezetése fontos nemzetgazdasági, sőt stratégiai kérdés, mert az a vasúti közlekedést a vízierők kihasználásával a külföldi széntermelés konjunkturától függetlenné tenné. De a nemzetgazdasági fontosság nemcsak abban rejlik, hogy a pénznek a szénért való külföldre vándorlását csökkenti, hanem abban is, hogy olyan vízierők hasznosítását teszi lehetővé, melyek számára olyan mértékű ipari erőfogyasztás nem volna biztosítható, mely a vízművek kiépítését megokolttá tenné; de ha a vasút áll a fogyasztók közé, a kiépítés lehetővé lesz és az erő fölöslegét olcsón bocsáthatják az ipar rendelkezésére.

Főleg a vízierőkben meddően heverő nemzeti vagyoni értékesítésének az eszméje indította az olasz kormányt arra, hogy 1897-ben felszólítsa a két nagy vasúti társaságot, a *Società per le Strade Ferrate Meridionali*-t és a *Strade Ferrate del Mediterraneo*-t, hogy tanulmányozzák a vasúti vontatás villamos erőre való átalakításának kérdését és hogy tegyenek javaslatot ebben az irányban teendő nagyszabású kísérletekre vonatkozólag.

Tehát ebben az esetben nem arról volt szó, hogy tramway-szerű forgalmat próbáljanak alkalmazni izolált vonalszakaszokon, mint azt Amerikában és legújabban Franciaországban találjuk, sem arról, hogy valamely egyenes pályán 150 vagy 200 km-es sebességgel próbáljanak vonatokat járatni, hanem arról, hogy *oly rendszert dolgozzanak ki, mely a mai gőzvontatás helyettesítésére alkalmas lesz.*

Igaz, hogy az első nagyszabású kísérlet koncepciójánál a kijelölt vonalon a vonatok számát szaporították, azok kapacitását pedig csökkentették és így a tramway-szerű forgalomhoz hajló menetrendet állapítottak meg, de már itt is a többi vonalhoz való csatlakozásnál a rendes nagyvasúti forgalom kívánalmait kellett szem előtt tartani és a rendszert úgy kidolgozni, hogy az internacionális vonalakon is megfelelhessen.

Az egyik vasúttársaság, a *Società per le Strade Ferrate Meridionali*, *Ganz és Társát*-t szólította fel, hogy vele egyetértésben tanulmányozza a kérdést.

A kérdést tehát egyik esetben egyik, másik esetben másik körülmény érlelte meg és azt, a mit az elektrotechnikusok ambíciójának nem sikerült eddig szőnyegre hozni, a körülmények kényszerítő ereje hozta oda és ma már akarva sem lehet a kérdés elől kitérni.

Az elektrikus szemével nézve a nagyvasutak vontatásának problémáját, az nem más, mint az elektromos munkaátvitel speciális esete. Ezt mint technikus feladatot két faktor szabja meg: a távolság és az átvendő munka. Ha ebből a szempontból az ismeretes tramway-vontatást a nagyvasutak vontatásával hasonlítjuk össze, átmenet nélküli nagy ugrást találunk. Távolság dolgában 10—20 km-rel szemben több száz km, — munkaszükséglet dolgában 20—30 lóerővel szemben vonatonként több száz lóerő jön számításba.

Az ipari munkaátvitel ily nagy távolságoknál a váltóáramú transzformátorok egyszerűsége és a váltóáramú motorok nagyfeszültségekre való szerkesztésének könnyű volta miatt régen a nagyfeszültségű váltóáramnak ad az egyenáram felett előnyt, ma már senki sem gondol

500 vagy 700 *V*-os egyenáramra az ilyen munkaáttevés megvalósításakor.

Csodálhatjuk, hogy a váltóáramot vasútvontatáshoz eddig csak egyedül álló esetekben alkalmazták, 700 *V*-nál nagyobb feszültséget pedig egyáltalában nem használtak. Ennek oka a nagyfeszültségű áram életveszélyességén kívül főleg abban keresendő, hogy a mennyiben már hosszabb fővonalakat is elektromosan vontattak, azokon többnyire csak tramway-szerű forgalmat létesítettek, ha mindjárt nehéz súlyú vonatokkal is.

Megoldás egyenárammal. A tramway-szerű forgalom mellett lehetséges volt hosszabb vasúti vonalakat egyenárammal olyformán ellátni, hogy aránylag rövid szakaszok számára külön áramszolgáltató centrálékát állítottak fel. Ezeket vagy gőzgéppel hajtják, vagy pedig olymotorokkal,* melyeket egy közös nagy centráléból nagyfeszültségű váltóáram táplál. Ez a rendszer csak ott használható célszerűen, a hol a forgalom eléggé sűrű, a vonategységek pedig kicsinyek, úgy, hogy a szakasz-centrálék terhelése aránylag egyenletes (minden szakaszra esik több mozgó vonat), a maximális terhelés (tekintettel a kis vonatokra) nem túlságos nagy.

A mint azonban ezzel a rendszerrel nagyvasút jellegű vontatást akarunk lebonyolítani, előáll az az akadály, hogy a nehéz tehervonatok, továbbá az átmenő internacionális vonatok nem engedik meg az egész forgalomnak tramway-szerű feloldását, hanem szükségessé teszik azon vonategységeknek, a melyek vontatásukhoz sok száz lóerőt kívánnak, nagyobb időközökben való indítását. Ezzel bekövetkezik az, hogy egy-egy szakasz-centrálénak a pillanatnyi maximális terhelései a centrálé átlagos terhelésétől jelentékenyen nagyobb mértékben

* Mótordinamók helyett lehet redresseuröket is használni, de ezek számára szükséges az áramot váltóáramú transzformátorral a kellő feszültségre hozni.

térnek el, mint a tramway-centrálénál, vagy tramway-szerű forgalmú nagyvasúti centrálénál.

Hogy ezt a különbséget számbeli példával illusztráljam, az alábbi táblázatban az interurban budapest-budafoki, budapest-újpest-rákospalotai és budapest-szt.-lőrinci vasút áramfogyasztásának és forgalmának adatait állítottam össze.

Látjuk, hogy ebben a négy esetben a maximális és átlagos terhelés viszonyozsáma 1.7 és 2.9 között van. Már ez az eltérés is ajánlatossá teszi bizonyos speciális berendezés alkalmazását, melyről később fogunk szólni.

Még kedvezőtlenebb lesz az a viszonyozsám, a melyet nagyvasúti karakterű forgalom esetére kiszámíthatunk.

Tételezzünk fel 15 *km** hosszú sík egyenes vonal szakaszt. Az állomások távolsága 8 *km*.* A vonatok indításának időközze 1½ óra mindegyik irányban. A maximális menetsebesség 70 *km* óránként. Egy vonat maximális súlya 300 *t*.

A maximális áramlökés akkor lép fel, ha két vonat egyidőben indít ugyanazon vonalszakaszon, de tegyük fel, hogy a menetrendet úgy állapították meg, hogy ez kizártnak tekinthető, akkor is előfordulhat, hogy egyik vonat akkor indít, mikor a másik is megy. Ha a trakció koeficiens síkban 7 *kg* pro *t*, úgy a 300 *t*-ás vonatnak a mozgó egyensúlyában 70 *km* sebesség mellett

$$\frac{300 \times 7 \times 70,000}{3600} = 400,000 \text{ W}$$

elektromos ener-

gia kell.

A motor hatásfokát 90%-ra, a vezetékesvesztéset 10%-ra téve, a kapcsolótáblán szükséges energia 500,000 *W*, a mi 700 *V*-os áram esetében kerekszámban 700 *A*-nek felel meg.

* 15–20 *km* az a maximális hosszúság, a mit egy szakasz-centrale még célszerűen kiszolgálhat.

** K. b. a budapest-váci vonalrész viszonyai.

Összehasonlító táblázat a budapest—budafoki, budapest—újpest—rákospalotai és budapest—szt.-lőrinci villamos vasutak vontatására vonatkozólag.

	B. B. V. V.	B. U. R. V. V.	B. L. V. V.	
			nappali forgalom	reg. és esti forg.
Egyes vágány	8.7 <i>km</i>	7.8 <i>km</i>	3.2 <i>km</i>	
A vonal hossza				
Kettős vágány	—	6 »	8.5 »	
A min. görbületi sugár	35 <i>m</i>	40 <i>m</i>	25 <i>m</i>	
A max. emelkedés	30‰/00	40‰/00	24.66‰/00	
A megállóhelyek száma	14	33	17	
A megállóhelyek átlagos távolsága	600 <i>m</i>	420	690 <i>m</i>	
Az üzembn levő vonatok száma	5	14	10	12
A vonatindítás időközze	20 perc	egy vágányún 10 perc kettős » 5 »	Bpest-Kispest 10, a többi 20 perc	
Az átl. menetsebesség beleértve a megállásokat	14.55 <i>km</i>	15.5 <i>km</i>	Bpest-Kispest 16.5, a többi 18 <i>km</i>	
A max. menetsebesség	30 »	25 »	30 <i>km</i>	
A vonat átlagos súlya	12.5 <i>t</i>	10.7 <i>t</i>	11.2 <i>t</i>	14.1 <i>t</i>
Egy vonat-kilométerre kell Watt-óra	650	578	571	733
Egy tonna-kilométerre kell Watt-óra	52	54	51	52
Az átl. áramfogyasztás a kapcsolótáblán	60 <i>Amp</i>	352 <i>Amp</i>	105 <i>Amp</i>	167 <i>Amp</i>
A max. áramlökés a kapcsolótáblán	175 »	600 »	240 »	380 »
A max. áramlök. és átl. áramfogy. viszonya	2.9	1.7	2.28	2.27
	560 <i>Volt</i>	420 <i>Volt</i>	570 <i>V</i>	550 <i>V</i>

Ha az indítás alatt fellépő maximális áramlökést ennek kétszeresére tesszük, úgy semmiesetre sem becsüljük azt túl.

A mozgó vonat és az induló vonat együttes áramfogyasztásának maximuma tehát 2100 A lesz.

A közép áramfogyasztást, az indításokat beleszámítva, semmiesetre sem becsüljük alacsonyra, ha t km-ként 35 wattórát veszünk fel. Mindkét irányban $1\frac{1}{2}$ óránként egy-egy 300 t-ás vonatot számítva, az átlagos fogyasztás

$$\frac{2 \times 300 \times 15}{1.5} 35 = 210,000 \text{ W,}$$

azaz 700 V mellett 300 A lesz a centrálé átlagos megterhelése, vagyis a maximális áramlökés 7-szerese az átlagos terhelésnek. Ha három vonat találkozik egy szakaszon, vagy ha két vonat indít egyszerre, úgy a maximum az átlag 10-szeresét is elérheti.

Ne felejtjük el, hogy ez a számítás aránylag sűrű forgalomra van alapítva, az arányszám sokkalta kedvezőtlenebb lesz, ha a forgalom gyéresebb.

Ha a szakasz-centrálék a maximális terheléseknek megfelelően méretezzük, azok sokkal nagyobbak lesznek, mint a mennyi az átlagos terhelésnek megfelel és így kihasználásuk hiányos, oekonomiájuk kedvezőtlen, befektetési költségük pedig oly nagy lesz, hogy az elektromos trakciót esetleg lehetetlenné is teszi.

Ilyen esetekben feltétlenül szükséges ezen merev rendszer helyett elasztikusabbat használni és ilyet kapunk akkor, ha kiegyenlítő akkumulátor-telepeket alkalmazunk. Csakhogy az akkumulátor-telepek mind befektetésük, mind jókarbantartásuk tetemes költségei miatt e megoldás gyakorlati értékét igen leszállyítják.

Igy az említett esetnek megfelelő puffer akkumulátor-telep 170,000 koronába kerülne, jókarbantartása pedig évenként körülbelül 7—8000 koronába.

Megoldás váltóárammal. Sokkal olcsóbb megoldáshoz jutunk, ha a helyett, hogy az alállomásokon a váltóáramot egyenárammá változtatnók, azt váltóáramú transzformátorok segítségével kisebb feszültségre hozzuk és az így nyert kisebb feszültségű váltóáramot használjuk fel a vonatok motorainak táplálására.

A váltóáramú transzformátorok túlterhelhetőségét, ellentétben az egyenáramú áramfejlesztő gépekével, a mely utóbbiak csak ritkán túrnak el normális teljesítményük 50%-ánál nagyobb túlterhelést, csakis a melegedés, vagy pedig a feszültségesés korlátozza. Ha nem a maximális áramlökés és az ettől okozott nagy feszültségesés alkotja a transzformátor túlterhelésének határát, a melegedésre való tekintetből a transzformátort csak annyival kell átlagos terhelésén felül túlméreteznünk, a mennyivel a momentán áramerősségek (i) négyzetének középértéke Σi^2 felülmúlja ugyanezen áramerősségek algebrai középértékének négyzetét (Σi)².

A jelen esetben legalább is 1000 KW normális teljesítményű egyenáramot fejlesztő gépre volna szükség, míg ellenben váltóáram alkalmazásánál egy darab 350 KW-os transzformátor a célnak teljesen megfelel. A transzformátor feszültségesése 1500 KW pillanatnyi terhelés mellett körülbelül 11%-ot tenne ki.

Látjuk tehát, hogy míg az egyenáramú gép a kérdéses alállomás számára kiegyenlítő batteria nélkül az átlagos terhelésnek legalább is 5-szörösére volna túlméretezendő, addig a váltóáramú transzformátort csak körülbelül teljesítő képességének 67%-ával kell túlméreteznünk. Ily transzformátor ára körülbelül 24,000 koronát tenne ki, tehát 7-ed részét a puffer-batteria költségének, nem is számítva magának az egyenáramú generátornak vagy átalakítónak költségét.

A nagyfeszültség alkalmazásának előnye. A váltóáramra* nézve még kedvezőbben alakulnak a viszonyok, ha a kisfeszültség helyett a kontaktus vezetékekben is jelentékenyen magasabb feszültségű áramot használunk, mert ezzel egy-egy állomás rayonját a feszültséggel jelentékenyen növeljük, illetőleg az alállomások átlagos teljesítő-képességét, mivel hosszabb vonalszakaszokat vonunk azok körébe, szintén nagyobbítjuk. Ilyformán a maximális terhelés és átlagos terhelés közötti viszony kedvezőbbé válik, illetőleg mind az üzem oekonomiája, mind a befektetés költségei kedvezőbbek lesznek.

Ez nemcsak az alállomásokra, hanem az azokat tápláló nagy áramfejlesztő telepekre is, sőt ezekre még inkább áll. Minél nagyobb a nagy áramfejlesztő telep feszültsége, annál több alállomást és így annál hosszabb vonalat szolgálhat ki, mivel pedig az egyes szakaszokon fellépő lökések egymást inkább kiegyenlíthetők, a maximális és átlagos áramfogyasztás viszonya is kedvezőbb lesz.

A nagyfeszültség alkalmazásának azonban ez nem az egyedüli előnye. Igen jelentékenyen befolyásolja a feszültség növelése az elektromos vezetékekre fordított anyagmennyiséget is.

A vezetékek keresztmetszvényei ugyanis ugyanazon átvitendő energia-mennyiség számára, ugyanazon távolságnál és a vezetékekben való ugyanazon percentuális munkaveszteségnél különböző feszültségek mellett az áramerősségek négyzetével egyenes arányban vannak. Ha már most 3000 V-os háromfázisú váltóáramot 700** V-os egyenárammal hasonlítunk össze, azt látjuk, hogy az áramerősségek viszonya $\frac{\sqrt{3} \times 3000}{700}$, ha pedig a forgó-

áram fáziseltolását is tekintetbe vesszük és a Power-faktort 0.85-tel vesszük fel, akkor az illető áramerősségek viszonya $\frac{3000 \times \sqrt{3} \times 0.85}{700} = 6.3$, vagyis 700

V-os egyenáramnál az áramerősség egy drótban 6.3-szer akkora, mint 3000 V-os háromfázisú váltóáramnál. Ha már most felteszszük, hogy egyenáramnál a sinek visszavezetésül, háromfázisú áramnál pedig a harmadik fázis vezetésére szolgálnak, ez az áramerősség egyenáramnál a felső vezetékekben csak egyszer, háromfázisú áramnál ellenben a két légvezeték gyanánt szereplő két fázisban kétszer lép föl és így a fent kapott 6.3 viszonyszám 3.15-re redukálódik. A vezetékek összes keresztmetszvényének viszonya tehát egyenlő energia-mennyiség átvitelénél, egyenlő távolságnál és a vezetékekben való egyenlő percentuális munkaveszteségnél 3.152-t tesz ki, vagyis 10-szer akkora 700 V-os egyenáram alkalmazásánál, mint 3000 V-os háromfázisú áram alkalmazásánál, viszont egyenlő keresztmetszvényű vezetéket feltételezve, az áramfejlesztő állomások egymástól való távolsága ugyanazon percentuális energia-veszteség mellett egyenlő energia-mennyiség szolgáltatására 3000 V-os háromfázisú áramnál 10-szer akkora lehet, mint 700 V-os egyenáramnál. Megjegyzendő még, hogy a visszavezetésre szolgáló vezetékekben fellépő energia-veszteség annál kevésbé hanyagolható el, mentől alacsonyabb a feszültség és mentől nagyobb az áramerősség, mert a míg a nagyfeszültség és kis áram esetén a két vasúti sínben, mint visszavezetésben olyan kevés a veszteség, hogy az el-

* Az egyenáramú vasúti motorok szerkezete, különösen a kommutátor, a mint a sok évi gyakorlat mutatja 500—700 V-nál nagyobb feszültséget nem tűr meg.

** 700 V volt eddig a legnagyobb egyenáramú feszültség, melyet eddig nagyvasút-vontatásra használtak, míg 3000 V-os háromfázisú árammal több mint egy év óta az ó-budai hajógyári szigeten folyó próbák a legkielégítőbb eredményt mutatják.

hanyagolható, addig kisfeszültségnél (5—700 V), hogy ha az átvitt energia mennyiség több száz vagy ezer lóerőt tesz ki, a sínekben az energia-veszteség olyan nagy lehet, hogy a kontaktus-vezetékben fellépő veszteség mellett már nem hanyagolható el és akkor az arányszám a feszültség számára még kedvezőbb lesz.

Hogy a különbséget számokkal illusztráljam, vegyünk fel a 3000 V-os háromfázisú áram esetében két 8 mm-es rézdrótot, mint kontaktus-vezeték. Ennek szelvénye $2 \times 50 \text{ mm}^2$, 700 V-os egyenáramnak egyenlő feltételek mellett 1000 mm² szelvényű vezeték kell. Az előbbi anyaga km-enként körülbelül 2000 koronába, az utóbbié körülbelül 20,000 koronába kerül.

Ha egyenáram esetében harmadik sítet használunk, mint kontaktus-vezeték, úgy az 1000 mm² szelvényű rézkábellel egy 62½ kg-os acélsín volna egyenértékű, ennek a költsége kisebb, mint a rézkábelé, de ez is körülbelül 14,000 koronát tenne ki km-enként, a réz sínkötések nélkül.

Ez az az összehasonlítás annyira kedvező, hogy nemcsak ott, ahol a szóbanforgó terv kivihetősége függ a nagyfeszültségű áram alkalmazásától, hanem ott is, ahol egyenáram ugyan alkalmazható volna, de ez a vezetékerekre fordított tekintélyes költségekkel járna, feltétlenül a nagyfeszültségű váltóáram alkalmazása ajánlható.

A nagyfeszültség életveszélyessége. A nagyfeszültségű áram vontatásra való alkalmazásának egyik akadályát a nagyfeszültségű áram életveszélyessége, mert az a tény nem tagadható, hogy a nagyfeszültségű áram, ha emberi szervezetbe jut, esetleg halált okozhat. A nagyfeszültségű áram vontatásra való alkalmazhatóságának kérdését az életveszélyesség és üzembiztonság szempontjából igen érdekesen világítja meg a svájci kormánytól a burgdorf-thuni vasút engedélyezésekor felszólított európai hírvé szaktekintélyek, úgymint Gisbert Kapp, Weber tanár és Sylvanus Thompson véleménye; ugyanis egymástól függetlenül mind a három szaktekintély egyhangúlag a nagyfeszültségű áram alkalmazását javasolta. Igen érdekes Weber tanár szakvéleménye, a mennyiben kísérleti sorozat közlésével, melyeket részben saját személyén hajtott végre, kimutatja, hogy az elektromos áram bizonyos körülmények között már 100 V-on alól is életveszélyes lehet, viszont, hogy a 3000 V-os áram sem okvetetlen életveszélyes, ha a körülmények kedvezők és ennélfogva a feszültségnek az életveszélyesség szempontjából adott határvonalak közé szorítása indokolatlan. Ellenben mind a három szakértő véleménye megegyezik abban, hogy a nagyfeszültség ellen helyes szerkezettel és jó kivittel mind az utazó közönséget, mind a kezelő személyzetet megvédelmezhetjük.

A villamosság, különösen az életveszedelemes villamosság iránti bizalmatlanság a nagyközönségnél, sőt bizonyos fokig a szakköröknél is a villámcsapás rejtelmességére és útjának teljesen kiszámíthatatlan voltára vezethető vissza.

Bizonyos fokig hasonlóan rejtelmes jelenségek lépnek fel néha olyankor, ha szigetelési hiba következtében az áram gyengén vezető tárgyakon át, mint nedves fa, vagy fal, vagy vízzel áztatott szálal anyagok (szövetek, kötél stb.) veszi útját.

Ilyenkor elektromos ütést kapunk olyan tárgyak érintésekor, melyek vagy maguk nem vezetők, vagy legalább látszólag nem állnak a vezetékkel vezető összeköttetésben. Az ilyen ütés gyanútlanul éri az embert és ezért veszedelemes.

A villamosságnak ilyen kóborlását az okozza, hogy az illető tárgy maga rossz vezető, vagy a földdel rossz

vezető összeköttetésben van, mert a föld, ez a nagy kondenzátor, ha egyszer jó vezető összeköttetésbe jut bármilyen villamos tárggyal, annak villamos töltését, legyen az a gyakorlatilag előállítható legnagyobb villamosság-mennyiség, azonnal eltünteti magába.

Ha egy tárgyat jó vezető összeköttetésbe tudunk hozni a földdel, ezzel lehetetlenné tesszük, hogy villamos feszültséget kapjon és így az emberre veszedelemes legyen. Ez adja meg a lehetőséget arra, hogy nagy feszültségű árammal táplált motorokat és azok készülékeit vasúti kocsiban helyezhessünk el úgy, hogy sem az utasokra, sem pedig a kezelőre ne legyenek veszedelemesek. Ezt pedig teljes mértékben azzal érjük el, hogy a nagy feszültséget vezető részeket a szigetelő rétegen kívül folytonos és jól vezető zárt fémréteggel burkoljuk, amely fémréteg többhelyütt a kocsi alvázával és így a sínek útján a földdel van vezető összeköttetésben. Ugyanezt a biztonsági berendezést ki kell terjesztenünk a kocsi összes fémrészeire, de különösen a kocsi fedelet burkoló fémrétegre is, amely szintén a földdel kötendő össze.

Addig, amíg a szigetelés sértetlen, már maga a szigetelés is teljes védelmet nyújt a nagy feszültség ellen. A fémburok szerepe csak akkor kezdődik, amikor a szigetelésben hiba áll elő és olyan részek juthatnának nagy feszültséggel töltött állapotba, melyekhez az utasok, vagy a személyzet hozzáférhet. Ilyen esetben a fémburok villámhárítóként szerepel, amennyiben az áramot a földbe vezeti, és a földdel jó vezető összeköttetése lévén, lehetetlenné válik, hogy még szigetelési hiba esetén is bármely utastól vagy személyzettől érinthető rész elektromos feszültséget kaphasson. A kocsi fedelének és a kocsi összes fémrészeinek kerekkel és sínekkel való vezető jó összeköttetése biztosíthatja a kocsiban ülőket abban az esetben, ha a drót, szakadás következtében, a kocsira esnek. A védő burok jó összeköttetést adván a földdel, szigetelési hiba esetében az illető hibás vezetékhez a földdel rövidzárlatba kerül, mire a legközelebbi ólombiztosító kiolvad, mire momentán és önműködőleg áram nélküli állapotba jut.

Itt még megemlítem azt, hogy a kocsiberendezés készülékei teljesen szétválaszthatók olyan formán, hogy manőverezésnek csak minimuma történjék magas feszültségű árammal, t. i. csakis a bekapcsolás. E célra erőteljes szerkezetű teljesen öntöttvas szekrénybe zárt kiiktató szolgál. A kiiktató szekrény csakis olyan kulccsal nyitható ki, amely az áramleszedő kontaktus komprimált levegővel való felemelésére, illetőleg lebecsajtására szolgáló készülékben van elhelyezve és ebből a készülékből csak akkor vehető ki, ha az áramleszedő kontaktus le van bocsátva. A primár-kikapcsoló szekrénye tehát csak akkor nyitható ki, ha az egész kocsi árammentes. Viszont az áramleszedő kontaktus a dróthoz az előbb említett készülékkel csak akkor emelhető fel, ha a nagyfeszültségű kiiktató szekrényét bezártuk* és a kulcsát ismét visszateszszük a készülékbe. Így meggátoljuk azt, hogy üzemzavar esetén a kezelő személyzet fejét veszítve, megfélemezze az áram leeresztéséről, mielőtt a nagyfeszültségű készüléket kinyitja.

Amíg a nagyfeszültségű kiiktató (és ez az egyetlen nagyfeszültségű készülék) zárva van, addig a feszültség alatt lévő részekhez teljes lehetetlenség hozzáférni, mert az a folytonos fémburok, amely a kontaktus készüléktől a kiiktatóig, a kiiktatótól a motorig terjed, a készülékeknek teljes lezerelése nélkül ki nem bontható, az

* A kiiktató szekrényének zárját úgy szerkesztik, hogy a kulcs csak akkor vonható ki, ha a szekrény be van zárva.

egyedüli pont pedig, ahol revízió végett hozzá férhető, (t. i. a nagyfeszültségű kiiktatónál), oly módon van elzárva, hogy addig, amíg áram van benne, ki nem nyitható.

Még egy kérdés jöhet szóba és ez a vezetékdrót szakadásának esete. Ha a drót a kocsira esik, láttuk, hogy a kocsifedél földvezetéke útján rövid zárlatot okoz és az illető vonalszakaszt kiiktatja. Ugyanez történik, ha a leszakadt vezeték a sínhez ér. Az egyedüli veszedelem, ami előfordulhat, az volna, ha egy ilyen leszakadt drótvéget a pályán járó egyének megérintenék, mielőtt még az a sinnel érintkezett. Azonban tekintve, hogy ezer meg ezer nagyfeszültségű vezeték vezet országutak mentén, továbbá tekintve azt, hogy a közönség is hozzá szokott már ahhoz, hogy az ilyen vezetékekkel szemben bizalmatlankodjék, végül tekintetbe véve, hogy a pályatesten a vasút alkalmazottain kívül másnak keresni valója úgy sincs, az alkalmazottak pedig ilyen esetekre kellőképpen instruálva lehetnek: belátható, hogy ez nem ok a nagyfeszültségű áram mellőzésére.

A drótszakadás esete csak útkeresztezéseknél lehet veszedelmes. Ezekben a helyeken azonban lehet a már régen bevált biztonsági felfüggesztéseket alkalmazni, a melyek drótszakadás esetében automaticæ rövid zárlatot okoznak, úgy hogy az ólombiztosító kiolvad és az illető vonalszakaszt kiiktatja.

Az állomásokon az egész állomás vezetéke állandóan árammentesen tartható, olyan formán, hogy csakis azokat a vonalakat kapcsolják be közvetlenül a vonat érkezése előtt, melyre az illető vonatnak be kell állania és ezeket is azonnal kiiktatják, mielőtt a vonat beérkezett. Mindaddig az állomásban a vezeték áramot nem kap, amíg a vonat az indulásra az engedélyt meg nem kapta és csakis addig tartják bekapcsolva, amíg az állomást a vonat el nem hagyta. Ezzel olyan nagyfokú biztonságot érünk el, hogy, ha a kellő felügyelet és a vezeték kellő karban tartása ellenére is kivételképpen drótszakadás fordulna elő, ez csakis olyankor lehet veszedelmes, mikor a szóba forgó vezeték alatt való járás már az illető vágányon haladó vonat miatt is tilos és azért kizártnak tekinthető.

Meddig fokozzuk a feszültséget? Látjuk tehát, hogy a nagyfeszültségű áram alkalmazása milyen előnyökkel jár és hogy a vele járó hátrány, az életveszélyesség, milyen mértékben csökkenthető.

Az a kérdés, meddig kell vagy meddig érdemes a feszültséget fokozni?

Azt már az előbbiekből láttuk, hogy a feszültség fokozásával milyen rohamosan csökken a vezetékre fordított anyag, a miből az is következik, hogy bizonyos határon túl a kontaktus vezetéknél a tovább megtakarítható anyag-mennyiség megszűnik, mert egy bizonyos vastagságnál vékonyabb vezetéket mint kontaktus-drótot nem alkalmazhatunk már konstruktív okokból sem.

Ha pedig a feszültség fokozásával nem a kontaktus vezeték-szelvény csökkentését, hanem a transzformátor állomások távolságának növelését akarnók elérni, úgy ebben sem szabad bizonyos határon túlmenni, mert különben az egymástól független szakaszok túlságos hosszúak lesznek és a vezetéken esetleg szükséges javítások miatt túlságos hosszú szakaszokat kell üzemben kívül helyezni.*

* A transzformátor-alállomásokat tápláló vezeték nem esik ezen megítélés alá, mert az a kontaktus készülék okozta mechanikai igénybevételnek és kopásnak nincsen alávetve, azért sokkal ritkábban szorul javításra. De az alállomások tápláló vezetékének javítása okozta üzemmegszáktások egészen elkerülhetők, ha a táplálóvezetéket kettéosztjuk, a mi a kontaktus vezetéknél szerkezeti okokból nehezen tehető.

A rövid szakaszok hátránya t. i. a maximális áramlökéshez képest kis középterhelés, mint a hogy előbb láttuk, váltóáramú transzformátorok esetében nem olyan veszedelmes, mint egyenáram alkalmazása esetében. Ha a maximális áramlökés csak 5–6-szorosa az átlagos terhelésnek, úgy nem érdemes a feszültséget csak azért fokozni, hogy a transzformátor alállomások távolabb elhelyezésével ezt a viszonytszámot csökkentjük.

Az állomások tápláló áramfejlesztő telep generátorainál a terhelés nagy variációi hasonlóképpen, mint az egyenáramú centráléknál a berendezés költségét és az üzem oekonomiáját kedvezőtlenül befolyásolják; ki-egyenlítő akkumulátor-telepek, ha egyáltalán alkalmazhatók, bonyolult és drága gépészeti berendezést kívánnak, ezért a nagy áramfejlesztő-telep és a transzformátor alállomások közötti vezeték feszültsége lehetőleg olyan nagy legyen, hogy az egész vonal összes alállomásait táplálhassa, hogy az alállomások lökései egymást kiegyenlítsék és így lehetőleg egyenletes terhelést kapjon.

Tehát látjuk, hogy *a míg a kontaktus-vezeték feszültségének a terhelés javítása céljából a végtelékig való fokozása nem megokolt, addig a transzformátor alállomások tápláló áramfejlesztő telep feszültsége általában lehetőleg nagyra választandó.*

Egy másik körülmény, a mely a kontaktus-vezeték feszültségének választásánál tekintetbe veendő, az a kontaktus-készülék, illetőleg ennek útján leveendő áramerősség kérdése.

Egyenáram esetében, a mennyiben a pálya mentén fektetett harmadik sín szolgál vezetékkül, tetszőleges áramerősség levétele lehetséges, mert annyi kontaktus készüléket alkalmazhatunk a vonat hosszában, a hány tengelye van a vonatnak.*

Nem így van a dolog, ha levegőben kifeszített drótot használunk kontaktus vezetékeknek. Ebben az esetben az a nyomás, melyet a kontaktus készülék vagy készülékek a vezetékre gyakorolnak, nagyon korlátozott, mert ha alulról nyomjuk a kontaktust a drótra, ami a kedvezőbb eset, az összes nyomásnak nem szabad a vezeték felfüggesztéseit teljesen tehermentesíteni, mert ez a drót veszedelmes csapkodását okozhatná.

Az összes nyomás, a mit egy 8 mm-es drótra alkalmazni célszerű, nem haladhatja a 8–10 kg-ot túl. Ez a körülmény az egy vonaton alkalmazható kontaktus készülékek számát limitálja, mert ha az egy-egy kontaktusra eső nyomás túlkicsiny, akkor nem biztos a dróttal való érintkezés, a kocsi rázkódása következtében a kontaktus a drótot el-elhagyja, kalapál rajta és a helyett, hogy segítene a többinek, azok működését is zavarja.

De lássuk, mennyi energiát tudunk levenni egy bizonyos feszültség mellett a tramway-praxisban szokásos 8 mm-es drótról.

Ha E Volt a háromfázisú vezeték két drótja közötti feszültség, a fáziseltolás szögének cosinusa $\cos \varphi = 0.85$ és az áramintenzitás I Ampère, úgy a vezetékből levett energia

$$\sqrt{3} E I 0.85 = 1.47 E I \text{ Watt}$$

ha a motor hatásfokát 90%-nak vesszük, akkor a motor munkakifejtése

$$\frac{1.47 \times 0.9}{736} E I = 0.0018 E I \text{ lóerő.}$$

* A kocsinak egyedüli nem forgó része, mely a rugók játékában sem vesz részt a csapágy, ezért a kontaktus készüléket erre szokták szerelni.

A mi a kontaktus drótról levehető maximális áramerősséget illeti, a legnagyobb, a miről tudok, New-York—New-Haven—Hartford vasút Nantasket vonalának pembertoni szakaszán 500 A lökészerű maximum. Ez azonban már szikrázást okoz és a kontaktus-csiga gyors elhasználódását vonja maga után. Egy másik eset, melyet magam figyeltem meg, a Detroit Mount Clement vasútnál fordult elő, a hol ismételve 300 A-ig emelkedett a kontaktus-drótból levett áram a trolley kifogataltalan működése mellett.

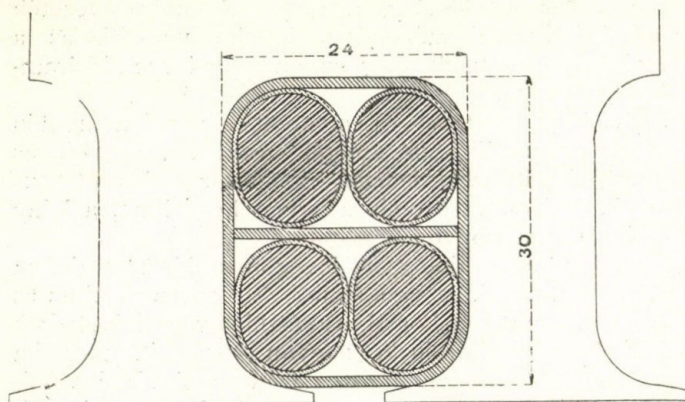
Ha $J = 300$ A-re tesszük a kontaktus-drótról levehető áramerősség maximumát, ekkor a kontaktus-drótról levehető maximális munkakifejtés, mint a feszültség függvénye

$$0.0018 \times 300 E = 0.54 E \text{ lóerő;}$$

1000 V-nál körülbelül	500 lóerő
2000 »	1000 »
3000 »	1500 »
5000 »	2500 »

Látjuk, hogy a kontaktus és az áramleszedés szempontjából a mai nagyvasúti vontatás viszonyainak már körülbelül 3000 V kontaktus drótfeszültség is megfelel.

Eddig azt vizsgáltuk, milyen határig okolható meg a feszültség emelése. De mi a hátránya a feszültség e határon túl való emelésének?



1. ábra. Háromfázisú motorarmatura hornyának keresztmetszete 500 V feszültségre, összes keresztmetszet 414 mm².

Feleletünk: általában a szigetelés kiviteli, de főleg szerkezeti nehézségei mind a motorban, mind a készülékekben. Ennek a pontnak a tárgyalása igen messze vezetne, ezért bármily érdekes is, kénytelen vagyok erről lemondani; egy példával azonban mégis illusztrálni akarom, hogy milyen karakterűek ezek a nehézségek.

Az 1—3. ábrán feltüntetettük a váltóáramú motor egy armatúra hornyának a drót-burkolat elhelyezésére rendszerint használt szelvényét, még pedig három különböző feszültségnek megfelelő drót-tekerccseléssel.

Az első 500 V-ra 4 menettel 103.5 mm² szelvényű rúddal,

a 2-ik 3000 V-ra 24 menettel 3 mm átmérőjű dróttal

a 3-ik 10,000 V-ra 80 menettel 0.8 mm átmérőjű dróttal.

A három esetben a burkolatot, a motor vasszerkezetétől elválasztó szigetelő-réteget a feszültségnek megfelelően különböző vastagra kellett venni, míg a drótszigetelést az első két esetben 1 mm, míg az utolsóban 0.8 mm átmérőjűre vettük.

A három esetben a hornyóban elhelyezhető összes réz-szelvény: 414 mm², 170 mm² és 40 mm².

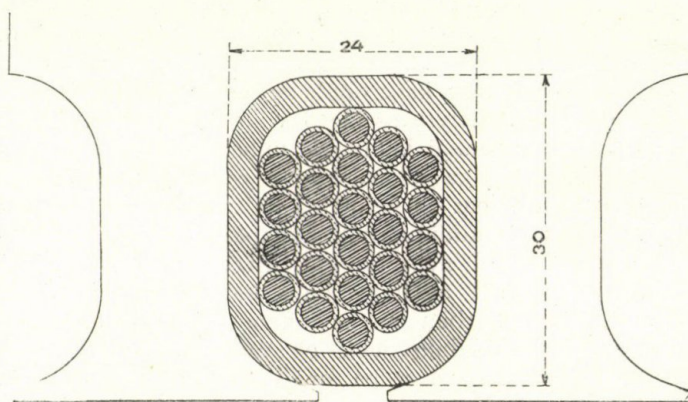
Azt hiszem, nem kell külön bizonyítanom, a számok maguk mondják, hogy a míg 500 és 3000 V között már jelentékeny különbség van a szerkezeti tér kihasz-

nálásában, addig 10,000 V ebben az esetben, a célszerű megvalósíthatás határán kívül van.

Van egy megoldás, a mely a motor és a készülékek szerkesztési nehézségeit azzal kerüli meg, hogy a vonaton transzformátorokat helyez el és velük a kontaktus-drótról levett nagyfeszültségű áramot a motorok számára kevesebbire transzformálja le. Ezzel, a mely nem megoldása, hanem megkerülése a nagyfeszültségű vontatásnak, nem is foglalkoznám, ha nem egyik nagy világ cég részéről ajánlották volna, legalább a hogy különböző folyóiratokból értesültem.

Nagyvasúti vontatásnál tekintetbe jövő nagyságú motorokat a szerkesztés és gyártás mai fokán minden nehézség nélkül készíthetjük 4—5000 V-osra.

A kontaktus-készülék kedvéért, a kontaktus-vezeték költségének csökkentése vagy a transzformátor-alállomások terhelési viszonyainak javítása céljából alig érdemes, a mai vonatok vontatásánál tekintetbe jövő teljesítményekre, 4—5000 V-nál nagyobb feszültséget alkalmazni, úgy, hogy a transzformátor-alállomásnak a vonatra való helyezése nemcsak megokolatlan, hanem nagymértékben hátrányos is, mert a villamos vontatás egy nagy előnyét, az elektromos vonatok motorikus berendezésének könnyűségét adja föl és a vonat meddő súlyát sok tonnával növeli.



2. ábra. Háromfázisú motorarmatura hornyának keresztmetszete 3000 V feszültségre, összes rézkeresztmetszet 170 mm².

Hogy ezt a dolgot jobban megvilágítsam, kitérek az elektromos motorkocsik és lokomotivok adhaesiójára és adhaesió súlyának a kérdésére is.

Tudjuk, hogy a gőzlokomotivok vonóereje a forgattyú állásától függ és a maximális vonóerő körülbelül 40—50%-kal nagyobb, mint a minimális, a mint a 4. ábrában előtüntetett lokomotivnyomatéki-diagramból* is látható. A biztos indítást a minimális vonóerő határoolja, míg a lokomotív adhaesió-súlyának olyan nagynak kell lennie, hogy abban a pillanatban, mikor a maximális vonóerő lép fel, a kerekek ne csúszszanak.

Tehát egyforma indítóképeség mellett a gőzlokomotivok adhaesiósúlyának, az előbb említett tulajdonságuk miatt, körülbelül 40—50%-kal nagyobbak kell lennie, mint az elektromos lokomotivoknak.

De van egy más különbség is, a mely az elektromos lokomotivok mellett szól és ez az elektromos vasutaknál a keréktalp és sín közötti surlódási koefficiens növekedése a miatt, hogy az áramot a keréken át a sínekbe vezetjük.

Ennek számokkal való bizonyítására a Baltimore és

* A diagramm a lassú indításnak megfelelő gőzfojtások és a tömeghatások tekintetbevétele nélkül 75%-töltés figyelembe vételével készült.

Ohio vasút nagy elektromos lokomotívjaival elért eredményre hivatkozom, Az ottan üzemben lévő 96 t-nás elektromos lokomotívokkal ismételtén fejtettek ki dynamó-méterrel mért 60,000 font vonóerőt.*

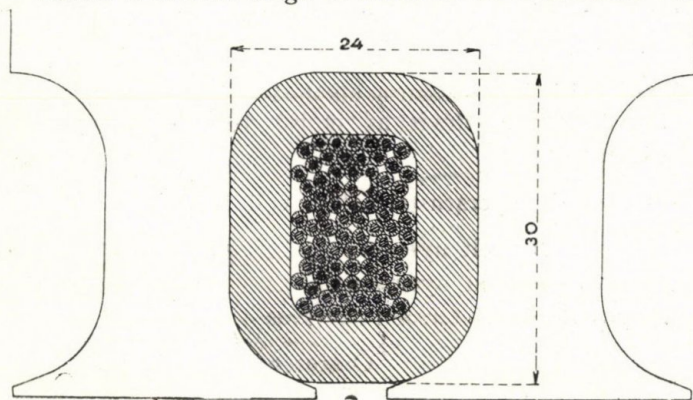
A legekleatásabb bizonytságot azonban akkor adta egyik lokomotív**, mikor egy ízben két szénvontatott át az alagúton egyszerre és a vonat az emelkedésen elszakadt; mikor azt ismét összekapcsolták, a lokomotív a vonat egész hosszában kifeszített vonóhorgokkal kellett indítani. A vonat állt:

44 terhelt 30 t rakatsúlyú kocsiból, átlagban 37 t súlylyal	1638 t
3 tétlen gőzlokomotívból szerkocsival, egyenkint 70 t	210 »
és az elektromos lokomotívból	96 »
	1944 t.

A pálya emelkedése 8‰. Más ízben megejtett kísérletek alapján a vonatellenállás 6 font pro t volt.

Tehát az egész vonatellenállás $(0.008 + 0.003) 1944 = 21.4 t$.

Ha most meggondoljuk, hogy a rendes, síkpályán való indításhoz, amint azt máskor megejtett kísérletek igazolják, a mozgó egyensúly vonóerejének körülbelül $2\frac{1}{4}$ -szerese szükséges, úgy beláthatjuk, hogy az indításhoz a szóban forgó esetben az itt kiszámított vonó-



3. ábra. Háromfázisú motorarmatura hornyának keresztmetszete 10000 V feszültségre, összes réskeresztmetszet 40 mm².

erőnek legalább másfélszerese ($32.1 t$) kellett, amit különben az egyidejűleg a seriesbe kapcsolt 4 motor megfigyelt áramerőssége 2200 A is igazol.

Az indítás a kerekek legkisebb csúszása nélkül történt meg, vagyis amikor a lokomotív az összes súlyának $\frac{1}{3}$ -át fejtette ki mint vonóerőt, még nem érte el vonóképeségének szélső határát.

Ha már most azt a 40–50% előnyt tekintetbe is vesszük, amit az egyenletes vonóerő az elektromos lokomotívoknak a gőzlokomotívok fölött biztosít és a gőzlokomotívoknál a konstátálható adhaesió-tényezőt 20‰-nak vesszük, még mindig 10–15‰-kal nagyobb az itt fellépő adhaesió-tényező, mint amit gőzlokomotívoknál mint maximumot számításba vehetünk.

A surlódási tényező ezen emelkedésének az okát a kerekekből a sínekbe menő nagy áramerősségekben kereshetjük. Az indítás alatt kerekenként körülbelül 270 A ment a sínekbe, ez elég erős áram arra, hogy a felszínek közé szorult nedvességet és olajat rögtön eltüntesse és így a keréktalpat és a vele érintkező sínfel-szint állandóan szárazon tartsa.

Ha nem is vesszük a B. és O. lokomotívon konstátált 33‰ adhaesiótényezőt számításunk alapjául, csak

* N. H. Heft jelentése az 1900. évi vasuti kongresszuson.

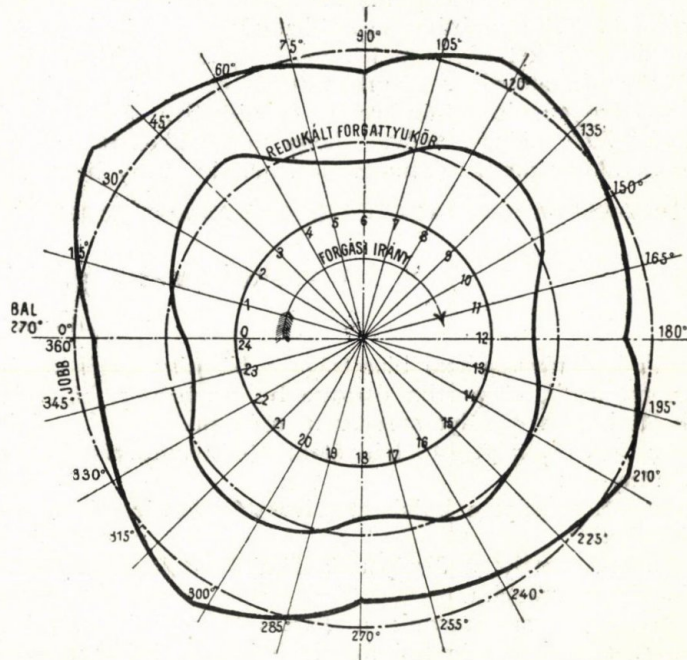
** Street railway journal 1896 március 161. lap.

25‰-ot, tekintettel arra, hogy az elektromos lokomotív mindentengelye kapcsolható motorral és így az egész súlya mint adhaesió-súly kihasználható, az egész önsúly $\frac{1}{4}$ -ét vehetjük maximális vonóerőnek.

Ha az elektromos lokomotív motorikus berendezésének súlyát lóerőnként 20 kg-re, a kocsi szerkezetét körülbelül ugyanennyire becsüljük, ami semmiesetre sincs túl magasra felvéve, ekkor a lokomotív már 27 km sebességen felül nem kíván ballasztot, mert a tiszta szerkezeti súlya nagyobb, mint a motorai teljesítményének megfelelő vonóerő négyszerese.

27 km-nél kisebb sebességre csak kis bánya- vagy iparvasútlokomotívok készülnek, melyeknek a szerkezeti súlya rendszeren jóval nagyobb lóerőnként 40 kg-nál.

Tehát nemcsak a motorkocsiknál, ahol magától érte-



4. ábra. A magyar kir. államvasutak IH típusú lokomotívjának a redukált körre vonatkozó nyomatóki diagramja indításkor és 75‰ töltés mellett.

tődik, hogy egy sok tonna súlyú transzformátor csak fölösleges teher, de a lokomotívoknál sincsen meg az a mentsége, hogy az adhaesió növelése céljából ballasztot pótol.

De minél nagyobb a menetsebesség és minél nagyobbak a pálya emelkedései, annál érzékenyebben drágítja a vontatást a vonatra tett transzformátor túlsúlya.

Tegyük fel ismét, hogy a vonat súlya 300 t, a sebesség 70 km óránként és az emelkedés csak 10‰, a trakció koefficiens 7 kg t-ként és a motor hatásfoka 0,9, ekkor a vonatnak kell $\frac{300 (10+7) 70,000}{3600} 9.80 = 970 K/W$.

A 970 K/W-nak kell körülbelül 15 t súlyú transzformátor és nem számítunk sokat, ha e súly hordásához szükséges kocsi és egyéb szerkezetet 10 t-ra becsüljük. Vagyis magában az, hogy a transzformátort a vonatra tesszük, a vonat súlyát több mint 8‰-kal növeli.

Még nagyobb arányokat ölt ez a súlynövekedés, ha olyan sebességeket vesszünk számításba, amilyenekre a fentemlített cég a szóban forgó elrendezést ajánlja, t. i. 150–200 km sebességet óránként.

Ebben az esetben a transzformátor okozta súlynövekedés a vonat összes súlyának 20–25‰-át teheti ki.

A kontaktus drót elektromos feszültségét ilyen áron növelni célszerűtlen és mint gyakorlati felső határt azt a feszültséget tekinthetjük, amelyre a motorok és készülékek a praxis kívánalmainak megfelelő biztonsággal készíthetők. Ezt annál is inkább tehetjük, mert amint előbb említettem, arra a feszültségre, a melyet mind a vezeték és a transzformátor állomások oekonomiája, mind a kontaktuskészülék megfelelő működése a mai trakcióviszonyok mellett megkíván, a motorok és a készülékek teljesen biztosak.

A nagyfeszültség még egy előnye. Ugyan nem tartozik közvetlenül a nagyfeszültségű áram alkalmazhatóságához, de a nagyfeszültséggel karöltve járó kis áramintenzitások teszik lehetővé azt, hogy az állomásokon a különböző vonalszakaszokat a központi váltóállítással és a blokkjelekkel kombinálva, az állomás abszolút blokkolására használhassuk fel azáltal, hogy az állomás két végén néhány száz méteres vonalszakasz külön kiiktatóval az áramkörből ki- és megint beiktatható legyen, de olyanformán kombinálva a központi váltóállító kilincsművével, hogy a blokkozott szakasz csak akkor iktatható be, ha a vonat ki- vagy bemene-

teléhez a helyes váltóállítás már megtörtént. Ennek a komplikáltabb állomásokon kissé bonyolódottabb vezetékkerendezésnek költségei kisfeszültség esetében a nagy vezetékszelvények, valamint a nagy és nehezen kezelhető kiiktatók okozta költségek miatt sokszor megvalósíthatatlan, vagy legalább is csak nagy költségek árán érhető el, míg ellenben nagyfeszültség alkalmazásánál a kisáram intenzitások lehetővé teszik könnyű és vékony légvezetékkel, valamint egyszerűbb és így olcsóbb kiiktatókkal a kérdés biztos és gazdaságos megoldását.

A blokkozott szakaszokon a vonatok hirtelen való megállítására a mótorkocsikon olyan készüléket alkalmaznak, amely az áram megszakadásakor, illetőleg a vonatnak árammentes szakaszra való érkezésekor a Westinghouse-féket önműködőleg működésbe hozza. Ugyanez a készülék drótszakadás, vagy pedig a kontaktus kisiklása esetén ugyancsak automatikusan megállítja a vonatot és így elejét veszi annak, hogy a vonat eleven ereje következtében tovább szaladva a vezetéket megrongálja.

A vaskohászat a párisi 1900. évi világkiállításon.

Katona Lajos-tól.

A kiállítás rendező bizottsága a bányászatot és kohászatot a XI. csoportba osztotta be s a csoport határain belül három osztályt szervezett, még pedig

a 63. osztályt a bányászat (bányaműveletek és ásványok);

a 64. osztályt a kohászat (olvasztás, kovács- és öntőiparágak);

a 65. osztályt a fémipar (a fémből dolgozó apróbb iparágak) számára.

Felteslegesnek tartjuk a katalogusszerű ismertetést, hogy melyik ország hol foglalt helyet, minő területet foglal el kiállítása s egyenkint mennyi tárgyat állítottak ki. Utmutatóul a jelen közlemény már úgy sem szolgálhat. A rendezés bírálatába és összehasonlító kritikába sem bocsátkozhatunk, mert ez szándékunktól messze eltérő taglalásokra kényszerítene s mert másrészt az egyenlő alapot a kiállításban magában meg nem találhatjuk. A kép, melyet a kiállítás a vasipar egészéről nyújtott, nagyon hiányos, abból az összes nemzetek vasiparában nem tájékozott szakember, csak torzképet alkothatott magának. Így a legnagyobb vas-iparos országok közül az Egyesült-Államok, Anglia és Németország legnagyobb vasgyárai elmaradtak; hogy miért, nem tartozik tárgyunkhoz, a következmény azonban annak a véleménynek kimondására kényszerít, hogy a kiállítás vaskohászati része az egyetemes összehasonlítás szempontjából nem érte meg az odautazás költségeit és a reáfordított idő értékét.

Franciaország. A legteljesebb és egyedül tanulságos a kiállítás bányászati csoportjának az a része volt, mely a francia vasipart mutatta be. Nemcsak a nagy gyárak, hanem a vasból és acélból dolgozó minden jelentékenyebb mester közreműködött megjelenésével, hogy a vasipar képét tökéletessé tegyék. A cél elérésében segítette őket az a körülmény is, hogy a csoport rendelkezésére álló területnek felét foglalták le franciák számára s így helyük volt bőven a kifejlődésre. Mielőtt azonban a kiállítást magát tárgyalnánk, a francia vasipar arányairól némi tájékozást nyújtunk. Az adatokat H. Pinguet felolvasásából vettük, a melyet az *Iron and Steel*

Institute párisi kongresszusa alkalmával tartott, hogy a francia vasipar fejlődését az utolsó 1889-iki kiállítás óta bemutassa.

Franciaország nyersvastermelése volt 1898-ban:

kokszzsal termelt nyersvas	2.505,800 t
faszénnel termelt nyersvas	7,500 t
vegyes tüzelővel termelt nyersvas	11,800 t

Összesen 2.525,100 t.

Ebben benne van a ferro mangan és más vasötvény 10,692 t-val. Vidékek szerint ez a termelés a következőleg oszlik meg:

Az országrész neve	1898-ban		Viszonyítva az egészhez 0/0
	Üzemben volt nagy olvasztó	Termeltek t	
Nord és Pas de Calais	12	367,600	14.56
Meurthe és Moselle	53	1,550,600	61.41
Champagne (Haut-Marne, Ardenne Meuse)	8	44,100	1.74
Franche-Comté (Haut-Saône) ...	1	200	—
Közép Franciaorsz. (Allier, Cher)	4	40,500	1.61
Északnyugati Franciaorsz. (Alsó-Loire)	2	74,500	2.95
Perigord és Aveyron (Lot et Garonne, Aveyron, Dordogne, Charente)	5	46,700	1.85
Pyrenées & Landes (Ariège, Pyrenées, Orientales, Landes, Gironde)	8	106,400	4.22
Loire és Rhône	9	169,700	6.72
Alpes (Isère)	3	35,700	1.41
Délkelet (Gard, Bouches-du-Rhône)	6	89,100	3.53