

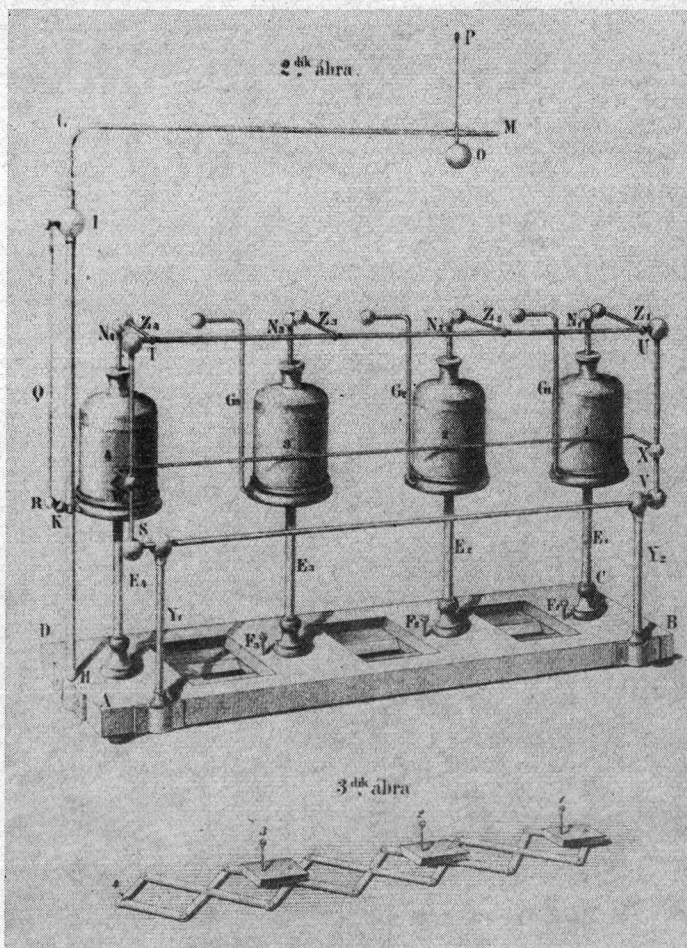
JEDLIK ÁNYOS VILLAMFESZÍTŐI MAI SZEMMEL

Jedlik Ányos munkásságának értékelésekor a kétségtelenül legnagyobb jelentőségű dinamó elv és az elektromágnesség területén elért felfedezések mellett háttérbe szorult elektrosztatikai jellegű alkotásainak méltatása. Az általa készített villámfeszítők az előállított feszültség szempontjából a maguk idején csúcsteljesítményt értek el, és Jedlik ezekkel kapcsolatban is elsőnek ismert fel egy olyan elvet, amit jelenleg is általánosan alkalmaznak a nagyfeszültségű laboratóriumi technikában.

A feszültség sokszorozásának elve

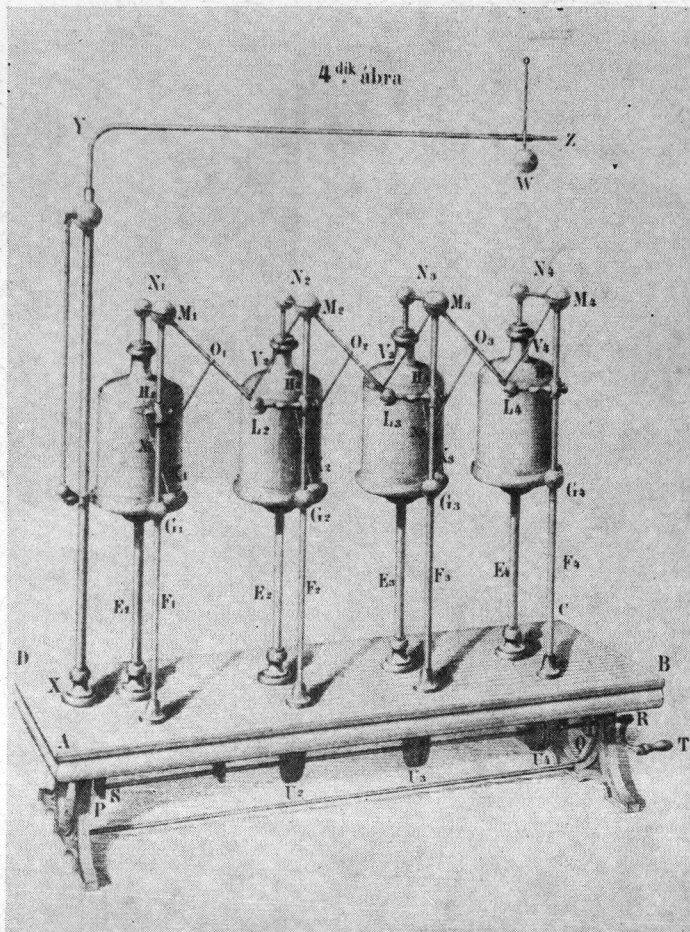
A XIX. század fizikusai a villamosság természetének vizsgálatához igyekeztek minél nagyobb feszültséget előállítani. Erre elsősorban az ún. dörzsvillamosság jelenségét használták fel, amivel néhány mm hosszú szikrát különleges készülék nélkül is elő lehet állítani. A múlt század közepén nagyobb feszültség előállítására nagy átmérőjű üveg- vagy keménygumi korongot használtak. Ebben az időben a legnagyobb feszültséget az amszterdami van Marum¹ 1785-ben készített gépe szolgáltatta, amivel 61 cm távolságot is át lehetett ütni. Ezek a berendezések nagyméretűek és költségesek voltak, és a feszültség további növelését csak a méretek növelésével lehetett volna megoldani. Jedlik a feszültség növelését kondenzátorok megfelelő átkapcsolásával kívánta elérni és erre a célra dolgozta ki a leideni palackok láncolatának nevezett készülékét. Erről a Magyar Orvosok és Természettudósok Társaságának 1863-ban Pesten tartott IX. nagygyűlésén számolt be, majd értekezése 1864-ben nyomtatásban is megjelent.²

A feszültség sokszorozását kondenzátorok átkapcsolásával úgy lehet megvalósítani, hogy először minden kondenzátor párhuzamosan kapcsolva a tápláló feszültségforráshoz kapcsolódik és mindegyik feltöltődik ugyanarra a feszültségre. A feltöltés befejeztével a kondenzátorok lekapcsolódnak a feszültségforrásról és egy alkalmas szerkezet sorbakapcsolja őket. Ebben a helyzetben a kondenzátorok feszültsége összegeződik, tehát az eredeti töltőfeszültségnek annyiszorosára nő, ahány kondenzátor van sorbakapcsolva. Ezen az elven működnek az ún. Marx-féle sokszorozó kapcsolású lökésgerjesztők, amelyek a mai nagyfeszültségű laboratóriumok legtöbbszörében megtalálhatók. A valóságban a feszültség sokszorozása elmarad az említett értéktől, mert a kondenzátorok szórt földkapacitásai a sorbakapcsolt lánc lineáris feszültségeloszlását eltorzítják. Ez a jelenség a jelenleg szokásos 8–16 fokozatú lökésgerjesztők sokszorozását az elméleti értéknek kb. 90%-ára csökkenti.



1. ábra. Leydeni palackok láncolata. Nürnbergi ollós szerkezet (1863).

Jedlik a feszültség sokszorozásának az előbb leírt elvét felismerte, és az említett értekezésében publikálta is. Ebből kitűnik, hogy a sorbakapcsolt feltöltött kondenzátorok feszültségének összegeződését úgy tekintette, mint a galvánelemek — ekkor már általánosan használt — feszültségnövelő sorbakapcsolását. Gondolatmenete a következő volt: „Mint hogy azonban minden megtöltött, vagyis oldalának egyik felületén tevőlegesen [pozitívan]³, a másikon nemlegesen [negatíván] megvillanyozott leydeni palack összehasonlítható egy Volta-féle elemmel, . . . : minden kétség nélkül következtethetni, hogy valamint azon parányi villansűrűség [feszültség], mellyel egyes Volta-féle elemek bírnak, azonnal az elemek számával egy arányban növekedő fokra emelkedik, mihelyt azok kellően összeköttetvén Volta-féle oszlopot képeznek, úgy a megtöltött leydeni palackokban létező szabad villany sűrűsége [feszültsége] is a palackok számával kell hogy növekedjék, ha a palackok egymással a Volta-féle oszlop szerkezete szerint láncolatba tétetnek, vagyis ha a sorba-



2. ábra. Leydeni palackok láncolata. Emelőrudas szerkezet (1863).

állított és elszigetelt palackok mindegyikének (az utolsót kivéve) belső felülete a következő palack külső felületével hozatik érintkezésbe.” Ez az alapgondolat meghatározza az elérendő célt és ennek alapján Jedlik a következőkben fogalmazta meg a gyakorlati megvalósítás követelményeit: „...oly készülék létrehozásáról kelle gondoskodnom, melynek segítségével a... palackok... megtöltésük alatt egymással afféle közlekedésben legyenek, a minő a közösleges villanytelepet alkotó palackoknál szükséges [párhuzamos kapcsolásban], megtöltés után pedig ezen közlekedés könnyűszerű megszüntetésével közöttük a föntebb említett láncolat képzéséhez megkívántató érintkezés [soros kapcsolás] hozassék létre.” Míg az első idézet azt bizonyítja egyértelműen, hogy Jedlik az átkapcsolást követő állapotban pontosan arra gondolt, amit ma a sokszorozó átkapcsolás végállapotán értünk, a második idézet a töltési időszakban szükséges párhuzamos kapcsolás felismerését teszi egyértelművé.

A feszültség sokszorozó átkapcsolás elvét Jedlik a már idézett értekezésének⁴

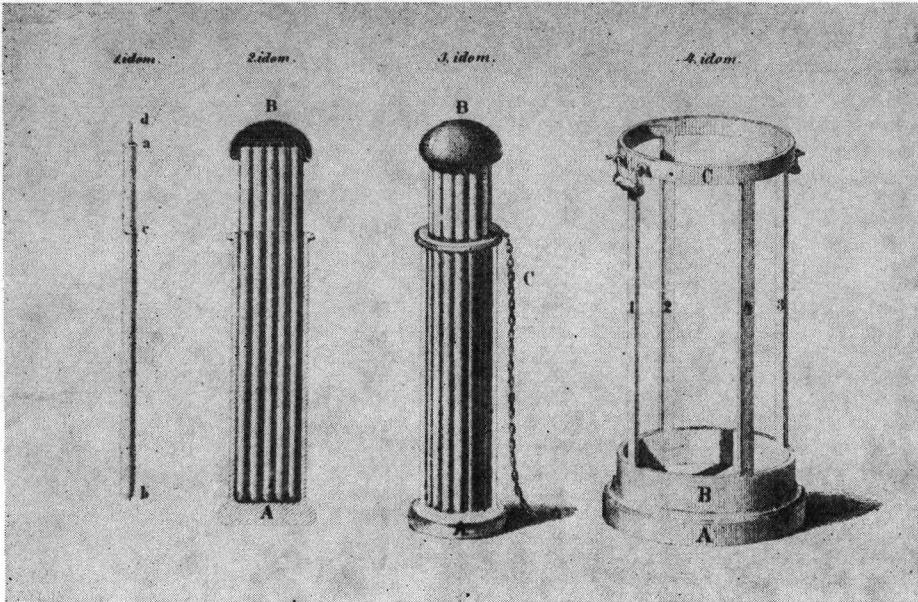
a készülékek működésére vonatkozó részében fejtette ki legtömörebben és legteljesebben, de itt az átkapcsolás előtti illetve utáni állapot meghatározása a már idézett részek nélkül nem lenne világosan egyértelmű. A sokszorozási elvnek ez a megfogalmazása a következő: „Megtöltés után a T forgattyúnak visszafordításával a palackok egyneműen megvillanyozott felületeinek egymás közti közlekedése megszűnván, a különmeműen villanyozott felületek érintkezése pedig beállván a palackokban létező villany sűrűsége [feszültsége] a láncolat két szélső végén, föltéve, hogy a palackok száma nem nagy, csaknem annyiszor magasb fokra hág, a mennyi palackból képeztetik a láncolat, . . .” Ez az idézet az előzőkkel kiegészítve világosan bizonyítja, hogy Jedlik 1863-ban pontosan úgy határozta meg a feszültség sokszorozásának elvét, ahogy azt ma értjük és alkalmazzuk.

Az utóbbi idézetben Jedliknek a palackok számára vonatkozó kikötése, valamint a „csaknem annyiszor” szavak utalnak arra, hogy tudott a sokszorozásnak az ideálisnál kisebb hatásfokáról. Ezt a témát a „leydeni palackok láncolatának elmélete” cím alatt részletesen elemezte, de a kondenzátorokban levő töltések lekötésére vonatkozóan egy akkoriban elterjedt — mai felfogásunk szerint azonban téves — elmélet alapján állt, ezért ezt nem érdemes részletezni. A fizikai folyamat téves értelmezése alapján álló számításai viszont ennek ellenére helyesek, mert a mennyiségi összefüggések kísérletekből állapították meg, és ehhez alkották a később tévesnek bizonyult magyarázatot. Annyit mindenesetre érdemes megemlíteni, hogy Jedlik számításai szerint egy 12 elemből álló sokszorozó 10,7698-szoros értékre növeli a feszültséget, tehát 89,8% a hatásfoka, ami jól egyezik a hasonló számú elemből felépített korszerű lökésgérszertőknek már említett 90% körüli hatásfokával.

A feszültségsokszorozás elvén Jedlik két készüléket épített, amelyek mindegyike négy leydeni palackból állt. Az egyikben egy nürnbergi ollóhoz hasonló szerkezet (1. ábra) magukat a palackokat mozgatta el és ezzel hozta létre a kezdeti párhuzamos kapcsolásból a végleges sorosan kapcsolt láncot. A másikban (2. ábra) karos kapcsolók végezték az átkapcsolást, maguk a palackok viszont álltak. Az utóbbiból két azonos egységet készített és ezeket ellenkező polarításban feltöltve lényegében egy nyolcszorosító készüléket kapott. Ezzel az eszközzel kb. 2 láb, azaz 632 mm hosszú szikrákat hozott létre, ami a maga idejében csak van Marum már említett gépével volt elérhető, ehhez a géphez azonban két 1,65 m átmérőjű üvegkorongra volt szükség, ami akkor még nehezen volt előállítható.

A készülékekkel elért feszültség nagysága, ami a szikraköz alapján 300–400 kV közötti értékre becsülhető, felbátorította Jedliket arra, hogy felfedezését a külfölddel is megismertesse. Tanulmányát ezért elküldte Poggenдорffnak a Berlinben megjelent *Annalen der Physik u. Chemie* című tudományos folyóirat szerkesztőjének. A küldeményre Poggenдорff, aki maga is elismert fizikus volt, 1864. január 22-én kelt levelében válaszolt. A levél szerint azzal küldte vissza a kéziratot, hogy az legalábbis mostani alakjában nem alkalmas az *Annalenben* való felvételre. Az elutasítást a következőkkel indokolta:

„Sie stellen den von Ihnen behandelten Gegenstand als einen völlig neuen dar, während sich doch schon eine ganze Reihe von Physikern mit demselben beschäftigten: Biot, Franklin, Dove, Knochenhauer, Riess (*Annal. Bd. 80. S. 349.*), die alle dasselbe und selbst mehr beobachteten als Sie, wengleich Keiner von ihnen gerade Funken von 24 Zoll Länge darstellte. Das einzige Neue in Ihrer Abhandlung ist die Ladungsweise der Batterie, die obwohl im Prinzipio identisch mit meiner galvanischen Wippe (*Ann. Bd. 61. S. 586.*), doch wenigstens noch nicht auf die Franklin'sche Batterie angewandt ist.”⁵



3. ábra. A csöves villamszedők szerkezete (1867).

A kifogásokra maga Jedlik is elkészítette válaszlevelét, amelyben minden állítást megcáfolt, de nem lehet biztosan megállapítani, hogy a választ elküldte-e. Poggendorff leveléből úgy érezte, hogy a szerkesztő el sem olvasta az értekezést, csak a kivonatát, amit az is valószínűvé tesz, hogy Jedlik eredeti küldeményének postázása (1863. dec. 24–27 között) és a válaszlevél kelte (1864. jan. 22.) között egy hónap sem telt el. Poggendorff kifogásai egyébként mai szemmel sem állják meg helyüket. Az általa felsorolt fizikusok a sorbakapcsolt kondenzátorláncot olyan feltételekkel vizsgálták, hogy a feszültség a lánc két végére volt kapcsolva. Felismerték, hogy az egyes elemekre eső feszültség a kondenzátorok számával arányosan kisebb, mint a teljes láncra kapcsolt feszültség, de nem jutottak el addig, hogy ezt a törvényt fel lehetne használni a feszültség növelésére is. A Poggendorff által említett „galvanische Wippe” olyan átkapcsoló szerkezet volt, amivel szerkesztője galvánelemeket kapcsolt át párhuzamos kapcsolásból soros láncba. Ez működési elvét tekintve valóban azonos Jedlik átkapcsolójával, de éppen maga Poggendorff állítja, hogy soros kondenzátorláncra („Franklin’sche Batterie”) még nem alkalmazták. Poggendorff gúnyosan szól arról, hogy az általa felsorolt fizikusok már mindazt, sőt többet felfedeztek a kondenzátorok láncolatáról, mint Jedlik, de egyiküknek sem sikerült 24 hüvelyk hosszú szikrát előállítania. Ez a gúnyos hang azt jelzi, hogy vagy nem olvasta, vagy nem értette meg Jedlik gondolatának lényegét, a kísérleti eredményt pedig egyszerűen kétségbe vonta. Az elutasítás eredménye mindenesetre az lett, hogy Jedlik lemondott a külföldi publikálásról.

A feszültségsokszorozás elvét Jedlik után először Holtz ismertette 1875-ben, az elv gyakorlati alkalmazása azonban nem sikerült, ezért maga Holtz is kételkedett abban, hogy a jövőben jelentősége lehet.⁶ Az elvet és gyakorlati megvalósítását a tudománytörténet általában E. Mach prágai fizikusnak tulajdonítja, aki 1876-ban ismertette készülékét az Anzeiger der Wiener Akademie XV. kötetében.

Mach azonban ekkor már ismerte Jedliknek a Bécsi Világkiállításon 1873-ban bemutatott — a későbbiekben ismertető — csöves villamfeszítőit, sőt ezekről Jedlikről magától kért felvilágosítást 1873. szeptember 30-án kelt levelében. Jedlik a hagyatékában talált fogalmazvány szerint részletesen válaszolt is, de ettől függetlenül nem fogadható el Machnak az az eljárása, hogy később Jedliket meg sem említette.

A kondenzátorok átkapcsolásán alapuló sokszorozási elvet századunkban E. Marx alkalmazta a nagyfeszültségű lökésgerjesztőkre⁷. Ezekben azonban az átkapcsolást már mechanikai szerkezet helyett szikraközök átütése végzi el.

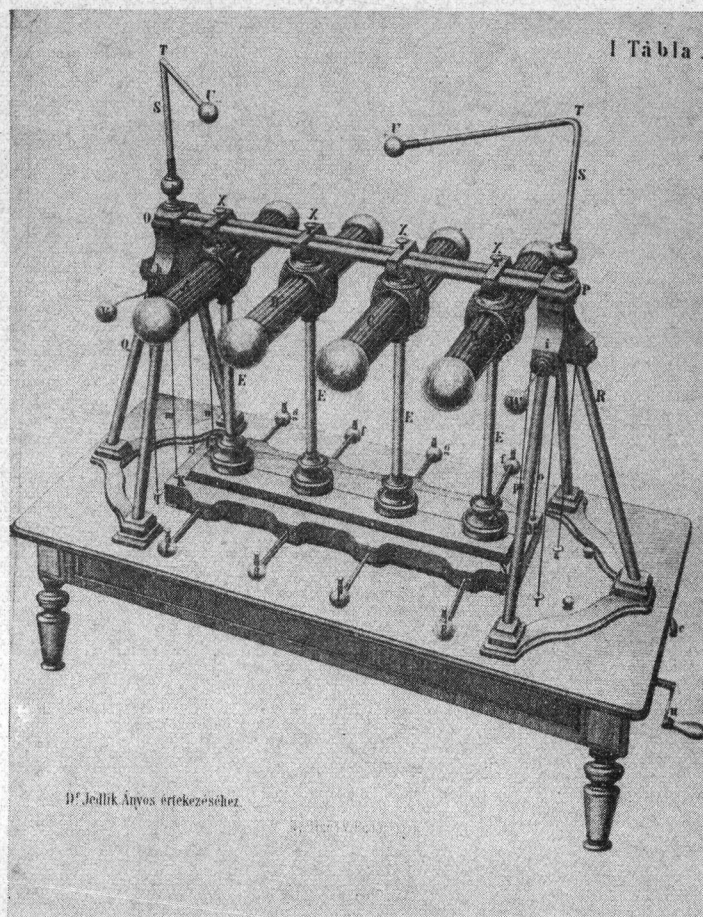
A csöves villamszedők

Jedlik másik jelentős alkotása a nagyfeszültségű technika területén az általa csöves villamszedőnek nevezett és az ugyanakkora külső méretű leydeni palacknál sokszorosán nagyobb kapacitású kondenzátor előállítás. Erről 1867-ben a Magyar Orvosok és Természetvizsgálók Rimaszombatban tartott XII. nagygyűlésén számolt be és értekezése 1868-ban nyomtatásban is megjelent a nagygyűlés Munkálatai című kötetében.⁸

A XIX. század közepén nagyobb kapacitású kondenzátortelepét leydeni palackok párhuzamos kapcsolásával állítottak elő, Jedlik véleménye szerint azonban „... az ilyféle, villamtelepnek vagy ütegnek neveztetni szokott készülék is, a palackok mi hasznot sem hajtó üregei miatt, túlságos helyet foglal el.” Jedlik ennek az üregnek a célszerű felhasználását tekinti az általa készített csöves villamszedő lényegének. A csöves villamszedők felépítése a következő: Elemei 420 mm hosszú 5–7 mm belső átmérőjű 2,5–3,5 mm falvastagságú üvegesövek, amelyeknek alsó vége be van forrasztva. A csövek belső oldalát Jedlik először oldatból kicsapatott ezüstréteggel vonta be, majd később alacsony hőmérsékleten olvasó fémötvözetet, legvégül pedig egyszerűen vasreszeléket használt belső elektródának. A kivezetést a cső felső részén a belső felületre ragasztott ónfóliával oldotta meg, amit az ugyan-csak ónlemezből sodort dugóhoz csatlakoztatott. Az óndugóból lágy rézhuzal vezetett ki, magát a csövet pedig felül pecsétviasz tömítette. A külső elektródát a cső felületére gumiodattal ráragasztott ónfólia képezte. A cső külső oldalán a felső 12 cm hosszú rész fedetlen maradt (3. ábra), hogy a belső és a külső elektróda között elegendő kúszási távolság legyen. Ezekből a csövekből kb. 30 alkotott egy üteget üveg- vagy fémedénybe állítva. A külső fémfóliák közvetlenül érintkeztek egymással, a belsők kivezetéseit pedig Jedlik összekötötte és gömbalakú sapkával zárta le az így létrejött oszlop tetejét.

Jedlik a kapacitás növekedését a kondenzátorok elektróda-felületének növekedéséből számította ki és ennek alapján megállapította, hogy a legkedvezőbb az, ha az elemi csövek belső átmérője a falvastagság kétszerese. Kísérletei közben megfigyelte, hogy a belső átmérő alapján számított kapacitás a valódi értékénél kisebb, és az üvegeső közepes átmérőjével végzett számítást vélte helyesebbnek. Ezzel a csöves villamszedőkből alkotott üteg kapacitása kb. 12-szer múlta felül az ugyanolyan külső méretű leydeni palack kapacitását.

Jedlik 1860 és 1880 között foglalkozott a villamszedőkkel, amikor a villamoságtan fogalmai még nem voltak olyan egyértelműen meghatározva, mint ma. A leydeni palackok láncolatáról 1863-ban írt értekezésében még a feszültség és a töltés fogalma sem válik szét élesen. A csöves villamszedőkről 1867-ben írt munkája viszont ezt a két fogalmat már világosan megkülönbözteti és a kapacitás fogalmát is használja. Számításaiiban síkkondenzátornak tekinti a leydeni palackot is (ahol



4. ábra. Csöves villamszedők láncolata (1879). Kisebbik telep.

ez elhanyagolható hibát okoz), a kis átmérőjű csövet is (ahol az eltérés 40–50%). A síkkondenzátor kapacitásáról tévesen feltételezi, hogy a távolság négyzetével fordítva arányos (helyesen magával a távolsággal). Az utóbbi nem idéz elő eltérést Jedlik számításában, mert az üvegsövek falvastagságát az összehasonlításakor mindig egyenlőnek veszi. Mivel Jedlik számításai csak közelítő jellegűnek tekinthetők, érdemes a csöves villamszedők ismert adataival pontosan is meghatározni a kapacitás-viszonyokat.

Az értekezésében megadott⁹ 5–7 mm belső átmérő és 2,5–3,5 mm falvastagság adatokból a középértékeket véve a következő számításban 6 mm belső és 12 mm külső átmérőjű csöveket veszünk alapul, tehát a falvastagság 3 mm. Egy ilyen cső 1 cm hosszú darabjának a kapacitása, ha az üveg dielektromos állandóját $\epsilon = 10$ értékre vesszük fel (az üveg dielektromos állandójának gyakran előforduló értéke) –, $C_1 = 8 \text{ pF/cm}$. Ugyanezekkel a méretekkel az üvegszigetelésben fellépő legnagyobb télerősség $E = 4,7 \text{ U kV/cm}$ értékre adódik, ahol az U feszültséget kV egységekben kell behelyettesíteni. A télerősség képlete érthetővé teszi azt, hogy

Jedliknek sok gondot okozott az üvegesövek gyakori átütése. Az általa használt töltőfeszültség ugyanis kb. 9. cm hosszú szikrát tudott létrehozni, amihez 95–100 kV-ra van szükség. Ebből a fellépő legnagyobb térerősség $E = 450 - 480 \text{ kV/cm}$ körül lehetett. Ez az igénybevétel azonban a legjobb minőségű üveg átütési szilárdságának is a felső határán van.

Az egyes csövekből összeállított villamütegek kapacitásának számításakor Jedlik feltételezte, hogy a csövek mintegy négyzethálózatot képeznek. A csövek szoros illeszkedése viszont akkor valósul meg tökéletesen, ha mindegyik csövet 6 másik vesz körül. Ilyen elrendezésben a csövek számát egy kör alakú burkoló edényben csak rétegenként lehet növelni úgy, hogy a csökötege hatszög alakot vesz fel. A csöves villamszedők edényeinek átmérője 8 cm körül volt, ezért felvehetjük, hogy az előbbi csőméretekkel egy 37 csőből álló szabályos köteg alkotta a villamütegeket. Jedlik közlései szerint a csövek száma kb. 30 volt. Az eltérés abból adódik, hogy az általunk felvett köteg egy 84 mm átmérőjű edénybe fér bele, tehát Jedlik a 80 mm-es edénybe csak szabálytalan elrendezésben helyezhette el a csöveket.

Mint már említettük Jedlik kiszámította, hogy a villamszedők kapacitása azonos kötegméret esetén akkor a legnagyobb, ha az elemi csövek belső átmérője a falvastagságuk kétszerese. Ez az összefüggés csak az általa használt közelítő eljárásból adódik, a pontos összefüggésekkel számolva ilyen általános érvényű szélsőérték nincs, hanem függ a köteg külső átmérőjétől és még egyéb feltételeket is rögzíteni kell.

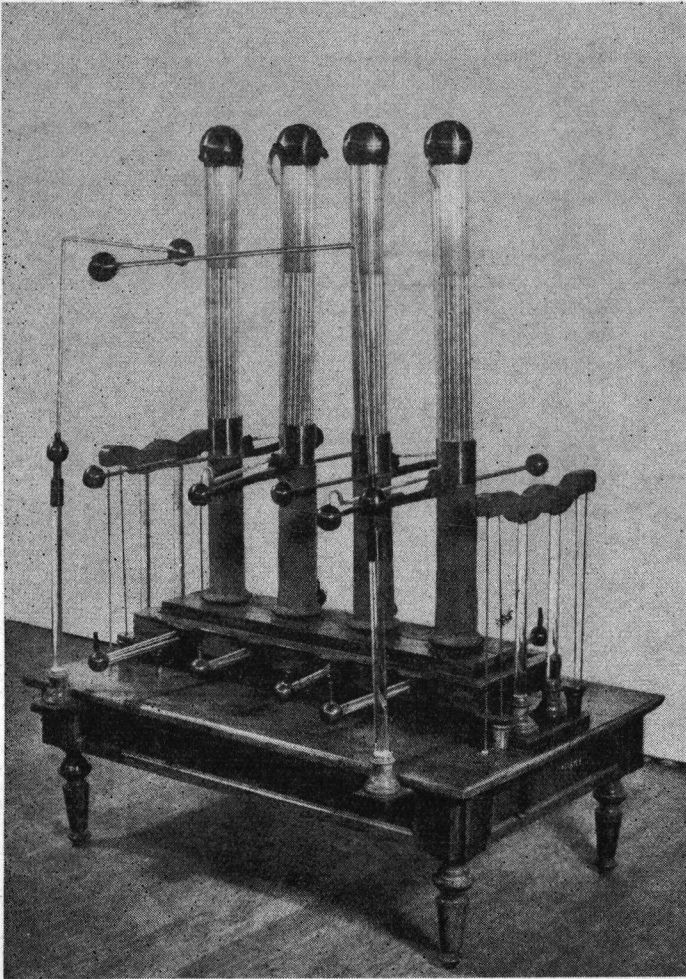
A csökötegek eredő kapacitásának meghatározásához induljunk ki a már említett 84 mm átmérőjű és 37 csövet tartalmazó egységből, amelynek minden eleme 12 mm külső átmérőjű és 3 mm falvastagságú cső. Ennél több csövet nem lehet egy 84 mm átmérőjű edényben elhelyezni, mert a térerősség igénybevétel már túllépné minden elképzelhető üveg átütési szilárdságát. A 37 csőből álló 4 réteges köteg helyett azonban vehetünk 19 csőből álló 3 réteges, 7 csőből álló 2 réteges köteget és egyetlen 84 mm átmérőjű csövet. A csövek falvastagságát Jedlikhez hasonlóan állandónak tekintve a nagyobb átmérőjű elemi csövek térerősség igénybevétele csökken, tehát ez nem okoz nehézséget. Az említett ideális csökötegek adatait a következő táblázat teszi áttekinthetővé:

A csövek száma:	1	7	19	37
Egy cső külső átmérője (mm):	84	28	16,8	12
Egy cső kapacitása (pF/cm):	74,9	25,35	12,57	8,0
A köteg eredő kapacitása (pF/cm):	74,9	177,5	239,0	296,0
A kapacitás növekedésének aránya:	1,0	2,37	3,19	3,96

Ebből az összehasonlításból kitűnik, hogy Jedlik az adott 80 mm körüli kötegméretével valóban a legkedvezőbb elemszámot választotta, mert a kapacitás a 37 elemes köteggig állandóan nő. Az elemek számának további növelése viszont a fellépő nagy térerősség igénybevétel miatt nem oldható meg.

A táblázat szerint a hosszegységre eső kapacitás kb. négyszeresre növekedett, ugyanakkor a csöves villamszedők hossza viszont többszöröse lehetett a leydeni palackok szokásos hosszának. Ezt figyelembe véve érthető, hogy Jedlik kb. 12-szeres kapacitás-növekedést állapított meg.

A csöves villamszedők jelentősége az, hogy az 1 cm^3 térfogatban megvalósított kapacitást az akkori értéknek kb. négyszeresére növelte, és ezzel arányosan az 1 cm^3 -ben tárolható elektrosztatikus energia is kb. négyszeresre nőtt.



5. ábra. Csöves villamszedők láncolata (1879). Nagyobbik telep. A Műszaki Múzeum gyűjteményében levő helyreállított készülék.

Csőves villamszedők láncolata

Jedlik a kondenzátorok párhuzamos-soros átkapcsolásán alapuló feszültség-sokszorozó elvet és a nagyobb energia tárolására alkalmas csöves villamszedőket felhasználva olyan készülékeket is szerkesztett, amelyek nagy feszültségű és energiájú kisülések létrehozására is alkalmasak voltak. Ezek működési elve azonos a korábban készített leydeni palackok láncolatával¹⁰, de a csöves villamszedők kedvezőbb alakját kihasználva egyszerűbben oldja meg az átkapcsolásokat. A csöves villamszedők láncolatáról a Magyar Orvosok és Természetvizsgálók Pesten tartott XX. nagygyűlésén számolt be¹¹ és később külföldön is publikálta¹². Ezt a berendezést azonban már korábban 1873-ban a Bécsi Világkiállításon is bemutatta és ott elnyerte a haladás érmét.

Két ilyen készüléket épített, amelyek közül a kisebb telep (4. ábra) négy vízszintesen álló csöves villamszedőből állt, a nagyobbat (5. ábra) nyolc álló villamszedő alkotta. A kisebb telep négy villamszedője váltogatva ellentétes polaritással töltődött fel, majd a villamszedők szintén váltogatva ellenkező irányban elfordultak és érintkeztek. A nagyobb telep minden oszlopának felső vége azonos polaritású, az oszlopok közepén levő karok azonban úgy voltak bekötve, hogy az 5. ábrán elől levő karok közül a balról második és negyedik, hátul pedig az első és a harmadik a villamszedő felső végéhez, a többi kar pedig a villamszedők alsó végéhez volt kapcsolva. Feltöltés után az oszlopok a karokkal együtt ugyancsak váltogatva ellentétes irányban elfordultak és ezzel sorba kapcsolták a villamszedőket. A nagyobbik (8 elemes) telepet Jedlik később két négyelemes telepre bontotta és 1879-ben ezt ismertette.

A csöves villamszedőkkel elért átütési távolságokra nincsenek egyértelmű adataink. Biztos, hogy a 4 elemes kisebb teleppel sikerült 42 cm-es kisülést létrehozni, a 8 elemes teleppel kapcsolatban azonban csak feltételezhetjük, hogy ennek kétszeresét is elérték. Jedlik csak 24 hüvelyk azaz 63,2 cm hosszú szikrákról számolt be. Ettől függetlenül azonban biztos, hogy ezek a készülékek többszáz kV feszültséget hoztak létre. A csöves villamszedők jelentőségét nem is a feszültség nagysága adja, hanem a feszültségsokszorozás elve, amit Jedlik a kortársait mintegy 15 évvel megelőzve először írt le, és a nagyobb energiasűrűségű kondenzátor elkészítése, ami utána csak 20 évvel később sikerült.

¹ *Marum, M.*: Description d'une très grande machine électrique. Enschede, Harlem, Bd. 1–3 (1785–1795)

² *Jedlik Á.*: Leydeni palackok láncolata. Magyar Orvosok és Természetvizsgálók nagygyűléseinek Munkálatai IX. (1864) 338–347

³ Az idézetekben szögletes zárójelben a [szerző megjegyzései] találhatóak, a kerek zárójel az idézetben is (zárójelben levő eredeti megjegyzések).

⁴ *Jedlik Á.*: Leydeni... (L. 2. lábjegyzet).

⁵ *Ferenczy V.*: Jedlik Anyos István élete és alkotásai. A pannonhalmi Szt. Benedek-rend győri Czuczor Gergely gimnáziumának Értesítői, Győr, 1936., 1938., 1939. (Jedlik munkásságának legrészletesebb leírása.)

⁶ *Winkelmann.*: Handbuch der Physik. IV. köt. 1905. 39. o.

⁷ *Verebély L.*: Villamos erőátvitel I. kötet. Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1960.

⁸ *Jedlik Á.*: Csöves villamszedő. M. Orv. és Term. XII. (1968) 338–343.

⁹ *Jedlik Á.*: Csöves villamszedő. (L. 8. lábjegyzet.)

¹⁰ *Jedlik Á.*: Leydeni... (1., 2. lábjegyzet.)

¹¹ *Jedlik Á.*: A csöves villamszedők láncolatáról. M. Orv. és Term. XX. (1880) 248–252.

¹² *Jedlik Á.*: Über Ketten aus Röhren bestehender Electricitätsrezipienten. Repertorium für Experimenthalphysik und phys. Technik. Herausgeg. von Dr. Phil Carl in München. Bd. 18 (1882) 33–45.

ÁNYOS JEDLIK

Ányos Jedlik (1800 – 1895) ungarischer Physiker wollte die durch sein elektrostatisches Gerät hergestellte Spannung zum Zweck von Experimenten für Hochspannungsüberschlag erhöhen. Er löste diese Aufgabe so, dass er Leydener Flaschen mit einander parallel geschaltet mit seinem elektrostatischen Gerät auflud, dann vom Aufladegerät abgenommen diese nach der Reihe schaltete, sodass die Spannung der Flaschen sich addierte. Auf Grund dieser Theorie, die er im Jahre 1863 im Druck publizierte, baute er zwei Geräte, die mit vier Leydener Flaschen annähernd das vierfache der Ladespannung erzeugten. Die zwei Geräte unterschieden sich von einander nur in der mechanischen Durchführung der Umschaltung. Mit der so hergestellten Spannung ist es ihm gelungen 63 cm zu überschlagen, was zu seiner Zeit als die grösste Entfernung zählte. Die Bedeutung dieser Arbeit besteht in der oben erwähnten Umschaltungstheorie, da mit einer kleinen Ergänzung diese Theorie auch heute angewendet wird, und zwar bei Impulserzeuger von mehreren Millionen Volt. Er wollte diese Resultate auch im Ausland publizieren, aber Unverständnis und fachliche Eifersucht haben ihn daran verhindert. Die Wissenschaftsgeschichte schreibt diese Theorie im allgemeinen Mach zu, der aber sein Studium nur in 1876 veröffentlichte, nachdem er direkt von Jedlik Informationen über seine neuen Geräte erhielt. Jedlik hat später seine Geräte verbessert, sodass er anstatt der Leydener Flaschen Hochspannungskondensatoren aus Glasröhren zusammenstellte, welche den Raum viel besser ausnützten. Im gleichen Raum hat der Rohrkondensator von Jedlik fast eine vierfache Kapazität, als die Leydener Flaschen. Er hat an der Weltausstellung in Wien mit seinem Spannungsmultiplikator, aus Rohrkondensatoren zusammengestellt, die Medaille des Fortschrittes gewonnen. Dieses Gerät hat er in 1879 im Druck bekannt gemacht.

ÁNYOS JEDLIK

Ányos Jedlik (1800 – 1895) Hungarian physicist wanted to increase the voltage produced by his electrostatic machine for the purpose of high-voltage spark over experiments. He solved his task in the way that he grouped in parallel the Leyden jars and charged them with the electrostatic machine, afterwards he disconnected them from the charging unit and aligned in the way that the tension of the jars should be added. He built two instruments according to this theory, which he published in 1863. This instrument produced with four Leyden jars nearly the fourfold of the charging voltage. The two instruments differed from each other only by the mechanical realization of switch-over. With the voltage, produced by them, he succeeded to spark over the distance of 63 cm, which was the biggest in his time. The importance of this work lies in the theory of switch-over related above, because it is used with a very little addition in the impulse-generators of more million volts of our days. He wanted to publish his results abroad, too, but the lack of understanding and the professional jealousy hindered him. The history of sciences generally attributes the enunciation of this theory to Mach, but he published his concerning paper only in 1876, after getting personal information from Jedlik about the instruments constructed by the Hungarian physicist. Jedlik perfected his apparatus in replacing the Leyden jars by high-voltage capacitors, constructed of glass tubes. These equipments needed less place. The tube-capacitor of Jedlik has by the same extent nearly fourfold capacity as the Leyden jars. On the World Exhibition of Vienna he won with the voltage amplifier equipment constructed of his tube-capacitors the Medal of Progress. He published the description of his apparatus in printing in 1879.