

Kako se je ogibati
nesreč provzročениh z elektriko

in

kako je pomagati v takšnih nesrečah.

(Po nemškem izvirmiku.)



Cena 12 vinarjev.

Na Dunaju.

V cesarski kraljevi žalogi šolskih knjig.

1897.

Pripomenek.

Pričujoči listi opisujejo nakratko in, kolikor je moči, lahkoumevno električne naprave za prenašanje sil in za razsvetljavo, zlasti tiste, pri katerih se uporabljajo toki z veliko napetostjo.

Tukaj se pretresa vprašanje, v koliko morejo biti brzojavnim tokovodom podobni prevodniki jakonapetih tokov nevarni, da, celo življenju nevarni; dalje, na kaj nam je paziti, da se ogibamo takšnih nesreč, in kako moremo pomagati v takšnih nesrečah.

Ta drobni spisek, ki je v prvi vrsti namenjen učiteljem v ljudskih šolah, naj bi te napotil, da bi

*

v krajih, kjer so napeljani prevodniki z veliko napetostjo, pri vsaki priliki, ki se jim ponudi v šoli in zunaj šole, v kar najširših krogih razznanjali v teh listih podane navode, kako se je ogibati nesreč provzročeni z elektriko.



Kar elektriko posebno usposablja za praktično uporabo v obrtnosti, je to, da se dá na jako priprost in razmerno malo drag način napeljati na jako velike razdalje ter kot gonilna moč porabiti celo več milj daleč od tistega kraja, kjer se proizvaja *).

Prenašanje šibkih električnih sil, kakor se godi po suhem in po morju v naših brzojavnih tokovodih, je že dalje časa obče znano. Pri tem je treba samo sprožiti za dajanje znamenj določene brzojavne aparate; za to pa zadoščajo samo šibke sile.

Morejo se pa tudi jako velike električne sile, n. pr. sile, ki znašajo več konjskih sil, s tokovodi, ki so brzojavnim tokovodom popolnoma podobni, prenašati na jako znatne razdalje ter ž njimi opravljati velika mehanična dela.

Električne sile, ki zadoščajo za brzojavljenje s šibkimi tokovi, napravljamo navadno s kemičnimi preosnovami, namreč z galvanskimi baterijami. Za velike mehanične učinke potrebne močne električne toke pa dobivamo s pomočjo takozvanih dinamo-električnih strojev (ali dinamov), katere gonijo mehanične delujoče sile (n. pr. turbine ali parni stroji). Tako zbudani ali proizvajani električni delujoči toki so s tokovodi, ki so ponarejeni po brzojavnih tokovodih, napeljani na svoj določeni kraj,

*) V ta namen narejeni tokovodi se imenujejo tokovodi na daljavo.

kjer spet stopijo v dinamo ter ga s tem gonijo. Kadar je ta, drugi dinamo, ki se imenuje drugotni (sekundarni) stroj ali elektromotor, obtežen, tedaj opravlja delo, ki je del tistega dela, ki se porablja za to, da goni poprej omenjeni, električni tok proizvajajoči dinamo, takozvani prvotni (primarni) stroj.

To imenujemo prenos električne sile ali prenos dela, ker namreč resnično drugotni stroj tisto mehanično delo, ki se porabi za to, da goni prvotni stroj, spet oddaja in se tedaj to delo s posredovanjem električnih sil od ednega stroja na drugega prenaša, seveda samo deloma, ker je tudi tukaj neka gotova izguba dela neizogibna, kakor pri vsakem prenašanju dela.

Prenos električnih sil je za obrtnost velike važnosti, zakaj na ta način se morejo večkrat delujoče sile dobiti dober kup, zlasti tedaj, kadar se na opisani način porabijo mehanične sile, n. pr. vodne sile, ki bi se drugače brez prida poizgubile, in kadar se mnogokrat več kilometrov dolgi električni tokovod napravi tako, da provzročuje razmerno malo troškov in da se v njem poizgubi kar najmanj električne sile.

Troški za napravo tokovoda se zmanjšajo s tem, da se stavba naredi kar najpriprosteje. Naredi pa se namreč cenó takšen tokovod tako, kakor se delajo navadni vrhzemeljski brzajavni tokovodi, iz golih žic, ki so napeljane po lesenih koleh s primernimi izolatorji.

Izgube električne sile v tokovodih se zmanjšajo, če se pri prenosu električne sile porabljajo tako šibki električni toki, da se prevodne žice z njimi ne ogrevajo znatno; zakaj ogrevanje prevodnih žic se godi vselej na škodo električne delujoče sile, ki se prenaša. Hočemo li veliko električno delujočo silo prenesti s šibkimi tokovi, tedaj mora za to velika biti napetost, ki tekočo elektriko goni po tokovodu.

Ker je tedaj z ozirom na troške koristno pri prenosu električne sile uporabljati razmerno tanke prevodne žice, je pa treba zategadelj v tem primeru uporabljati v takšnih tokovodih toke z veliko napetostjo, in ravno z avoljo te velike napetosti je nevarno dotikati se takšnih prevodnikov za jake toke; pri brzojavnih tokovodih, ki prevajajo toke male napetosti, pa tako dotikanje ni nevarno.

Prevodne žice dotične naprave za prenos električne sile vežejo oba pola prvotnega stroja s poloma drugotnega stroja. Med poloma prvotnega stroja je nekaka električna napetost, ki se imenuje prvotna polarna napetost; tista električna napetost, ki je med poloma drugotnega stroja, se pa imenuje drugotna polarna napetost.

Električna delujoča sila, ki jo prvotni stroj oddaja na tokovod, se po svoji količini izraža s produktom iz prvotne polarne napetosti in iz tokove jakosti. Iz tega sledi že poprej navedeno načelo, da mora za določeno električno delujočo silo, ki jo je prenesti, polarna napetost biti toliko večja, kolikor manjša naj bi bila tokova jakost.

Z električnimi silami je namreč podobno kakor z vodnimi silami. Vodna sila, ki nam n. pr. daje šest kubičnih metrov vode v sekundi pri strmcu dveh metrov, nam predstavlja toliko delujočo silo, kakor vodna sila, ki nam n. pr. daje tri kubične metre vode v sekundi pri strmcu štirih metrov. Kar je pri vodni sili strmec, to je pri elektrobudniku (pri dinamii ali galvanski bateriji) polarna napetost, in kar je pri vodni sili vsako sekundo odtekajoča vodna množina, to je pri elektrobudniku vsako sekundo v tokovod odtekajoča množina elektrike, ki se imenuje tokova jakost.

Čim nižje hočemo to znižati, da bi kar z najtanjšimi prevodnimi žicami izhajali ter s tem troške za napravo tokovoda

zmanjšali, tem jačje toke moramo vzeti. To pride toliko bolj v poštev, kolikor večja je razdalja, na katero hočemo električno silo prenesti, ker naravno troški za prevodno žico ne raste samo z njenim prerezom, ampak tudi z njeno dolgostjo.

Odtod izhaja, da moramo pri prenosu električnih sil na velike razdalje iz gospodarskih razlogov delati z jakonapetimi tokovi, katere, tudi iz gospodarskih razlogov, napeljujemo vrh zemlje v golih žicah (tokovodi na daljavo).

Zaradi teh svojstev so pa takšni tokovodi nekako navarni osebam, ki posredno ali neposredno pridejo v dotiko z njimi. Preden natančneje razložimo primere, na katere je pri tem misliti, hočemo najprej za zgled omeniti to ali ono praktično izvršeno napravo te vrste, da s tem pojasnimo, kako se prenašajo električne sile v obče.

Pri Kriegstetnu v Švici je vodna sila petdesetih konjskih sil. Delo te vodne sile se porablja za to, da goni s turbino dva dinamo-električna stroja, ki dajeta električni tok jako velike napetosti. Ta tok je osem kilometrov daleč v Solothurn napeljan, in to v golih bakrenih žicah, ki so, kakor brzozjavne žice, vrh zemlje napete na lesenih s porcelanastimi izolatorji previdenih koléh. V Solothurnu je ta tok spet napeljan v dva dinamama, ki se vsled tega vrtita, tako da moreta goniti druge stroje z učinkenim delom okoli tridesetih konjskih sil. Pri tej napravi se uporabljata tedaj dva prvotna in tudi dva drugotna stroja (namesto po eden), ki sta primerno staknjena.

A to je za naše razmišljanje postranska reč. Načelo je isto, kakor je bilo kot bistvo prenašanja električne sile že popisano. Na edni strani se namreč v prvotni postaji, t. j. v predležečem primeru na kraju razpoložne vodne sile, mehanična delujoča sila z dvema dinamoma preminja v električno delujočo silo, in na drugi strani se v drugotni postaji v obliki toka do ondukaj napeljana električna delujoča sila spet z dvema

dinamoma izpreminja nazaj v mehanično delujočo silo. Pri tem se v popisanem primeru od petdesetih konjskih sil, ki se potrebujejo za to, da gonijo prvotni stroj, prenaša trideset konjskih sil; ostalih dvajset konjskih sil se poizgubi nekaj v strojih, nekaj v tokovodih (s trenjem in tokovo toploto *).

Podobna naprava z jako napetimi tokovi, ki pa ne služi samo za prenašanje električne sile, ampak tudi za električno razsvetljava, je med Inomostom in med Mühlavskim gorskim potokom, ki je nekoliko kilometrov oddaljen od mesta. Vodna sila tega potoka goni turbino in daje tako mehanično delujočo silo, ki se prenaša v mesto. Turbina goni namreč v Mühlavski strojarni postavljene tokobudne ali tokorodne stroje. Ti stroji oddajajo tok jako velike napetosti tokovodu, narejenemu iz golih bakrenih žic, ki so, kakor vrhzemeljski brzojavni tokovodi, razpete na lesenih s porcelanastimi izolatorji previdenih koléh do Inomosta. Semkaj prenesena električna (električna delujoča sila) se porablja nekaj za to, da goni motorje za malo obrt, nekaj pa za napajanje električnih svetilnic po cestah in hišah. To se pa ne sme neposredno goditi, ker bi bilo nevarno pripuščati, da bi toki velike napetosti stopali v hiše, kjer so za delovršbo namenjeni motorji in svetilnice, in tudi ker ravno zategadelj motorji in svetilnice niso prirejeni za to, da bi sprejemali jakonapete toke. Zatorej izpreminjajo toke z veliko napetostjo —, ki jih za posamezne motorje in skupine svetilnic odcepijo od glavnega tokovoda, preden stopijo v dotične motorje in skupine svetilnic —, v toke primerno manjše napetosti **), ki jih smejo potem brez nevarnosti napeljati v motorje in skupine

*) Prišli so pa tudi že do tega, da pri prenašanju električne sile delajo z mnogo manjšimi izgubami.

**) Pri tem se, kakor se vidi iz že poprej povedanega, pridobi tokove jakosti (množine elektrike v sekundi) v tistem razmerju, v kakršnem se zmanjša napetost.

svetilnic. Za to preminjavo služijo aparati, ki so načeloma podobni Ruhmkorffovemu električnemu navodilu in se imenujejo pretvorniki ali transformatorji. V tem ko iz mnogih zavojev obstoječi tankožični povoj takšnega pretvornika sprejme jakonapeti tok, odda iz malo zavojev obstoječi debeložični povoj neki (n. pr. osemnajstkrat) jačji tok, ki ima ravnolikokrat (n. pr. osemnajstkrat) manjšo napetost. Pri tem se mora pa poudarjati, da je to postopanje v obče samo pri izmeničnih tokih porabno.

Iz rečenega se obenem lahko posname, da so tudi pretvorniki, ki rabijo pri napravah z jakonapetimi izmeničnimi tokovi, nevarni aparati in morajo biti zatorej vedno tako shranjeni, da so oni sami in zlasti tudi električni tokovodi, ki držé k njih tankožičnemu povoju, samo osebu električne naprave dostopni *).

Pretvornik se pa more tudi za to porabiti, da se napetost poviša. Kadar se namreč izmenični tok izpusti v debeložični povoj pretvornikov, tedaj da tankožični povoj izmenični tok, ki ima večjo napetost, pa toliko manjšo jakost **).

Ta pripomoček se porablja pri prenašanju električne sile, da se morejo prenašati jako velike delujoče sile s šibkimi tokovi, tedaj v tankih žicah.

Zgled tega načina je bil ob električni razstavi v Frankfurtu l. 1891. izvršeni prenos električne sile med Lauffenom ob Neckarju na Virtemberškem in med Frankfurtom ob Menu.

*) Pretikalni vijaki, ki so pritrjeni na koncéh tankožičnih povojev, se imenujejo navadno prvotni pretikalni vijaki, nasproti so pa na koncéh debeložičnega povoja pritrjeni vijaki-drugotni pretikalni vijaki.

***) Kadar se s pretvornikom napetost zmanjša, se to pravi „pretvarjati na šibkejše toke“; kadar pa se s pretvornikom napetost poveča, se to pravi „pretvarjati na jačje toke“. (Pri omenjenem Ruhmkorffovem aparatu se dela zadnje.)

Tovarna za portland-cement v Lauffenu je dala od svoje velike vodne sile na razpolaganje tristo konjskih sil za električni prenos v Frankfurt. Od prvotnega stroja v Lauffenu zbujanim ali proizvajanim tokom so dali s pretvornikom posebne konstrukcije neizrečeno veliko (t. j. dotlej pri prenosih električne sile še ne uporabljano) napetost ter jih oddajali na 170 kilometrov dolgi tokovod, čegar žice so bile tudi tukaj na lesenih s posebno primernimi porcelanastimi izolatorji previdenih koléh napeljane do razstavnih poslopij v Frankfurtu. Tukaj so elektriko, v prvotni postaji (v Lauffenu) pretvorjeno na kar je moči veliko napetost, spet pretvorili na nenevarno manjšo napetost ter jo potem porabili nekaj za neposredno napajanje električnih svetilnic, nekaj so jo pa (z motorji) spet premenili v mehanično delujočo silo in jo porabili za to, da je gonila sesalke, ki so napajale velik umetni slap.

Pri tej napravi za prenašanje električne sile, ki je bila narejena po enem takozvanih vrtilnotočnih sistemov, so iz razlogov, ki jih ne moremo tukaj razlagati, rabili tri tokovodne žice, v tem ko se sicer rabita samo po dve, tako pri napravah z istomernim tokom (kakor n. pr. med Kriegstetnom in Solothurnom), kakor tudi pri prostejši napravi z izmeničnim tokom (kakor n. pr. med Mühlavom in Inomostom).

V vseh teh primerih morejo takšni goli zračni tokovodi, če vodijo namreč (v nasprotju s popolnoma podobnimi brzojavnimi tokovodi) toke z jako veliko napetostjo, in katere zategadelj imenujemo prevodnike jakonapetih tokov, biti nevarni, in to celo življenju nevarni.

Takšna nevarnost bi nastopila:

- a) Pred vsem takrat, kadar bi se kdo istočasno doteknil obeh žic pri tokovodih z veliko napetostjo (ali pri vrtilnotočnih tokovodih, kjer so po tri žice, njihju

dveh *); to pa seveda ni lahko mogoče, ker so takšni tokovodi narejeni na visokih koléh.

- b) Tudi pri dotiki s samo enim omenjenih tokovodov, kadar je oseba, ki se dotakne tokovoda, z zemljo električno zvezana, kar praviloma tudi je, — posebno tedaj, kadar tisti, ki se dotakne tokovodne žice, n. pr. s premočenimi ali golimi nogami stoji na tleh.

Takšna nesreča se more zgoditi tudi takrat, kadar se kdo dotakne odtrgane t. j. vsled žičnega pretrga raz kolov viseče žice.

- c) Nevarno dotikanje žice se more pripetiti tudi takrat, če se namreč kdo dotakne tokovoda, ki je v električni zvezi s tako žico, ki vodi jakonapet tok. Recimo n. pr., da je na tistih koleh, ki nosijo tokovodne žice jakonapetega toka, za druge namene napeta še druga žica, n. pr. telefonska žica. Se li pretrga takšna telefonska žica (n. pr. vsled skrajšanja v mrazu ali nevihti ali vsled obremenjenje s snegom in ledom), tedaj se lahko zgodi, da se raz kolov viseči del odtrgane telefonske žice dotakne žice pri prevodniku jakonapetih tokov. Bi se li doteknil kdo te raz kolov viseče telefonske žice, tedaj bi se podal v tisto nevarnost, kakor če bi se doteknil jakonapetega prevodnika samega, ki je v dotiki z dolivisečo telefonsko žico.

Na tak način se je res pripetila nesreča dné 16. marca 1894. l. blizu Inomosta, in takšna nesreča se more seveda

*) Če se tukaj govori o dotikanju ene ali dveh tokovodnih žic, se s tem misli, da bi se kdo z nepokritim delom svojega telesa (n. pr. z golimi rokami) doteknil žice ali žic.

Osebe, ki vsled svojega poslovanja s tokovodi jakonapete elektrike lahko pridejo v dotiko, se varujejo v takšnih primerih z rokavicami iz izolirajoče tvarine (z gumastimi rokavicami) in z gumastimi podlogami, na katerih stojе (n. pr. z gumastimi pločami, tepihi in dr. t. r.)

primeriti veliko lože, če je brzojavna ali telefonska žica napeljana nad jakonapetimi tokovodi, kakor pa, če je napeljana pod njimi. Prva uravnava je zatorej tudi zoper predpise ter bi se morala nemudoma odpraviti povsod, kjer se nahaja *).

Nesreče z elektriko morejo tedaj razen oseb, ki imajo po svojem poslovanju opraviti z električnimi napravami, zadeti samo takšnega človeka, ki se ali iz nevednosti ali iz nepazljivosti poda v nesreče, kakor so bile zgoraj opisane. Vseh takšnih nesreč se je lahko in gotovo ogibati vsakemu, kdor se ravna po zgoraj navedenih opreznostih.

Želeti je tedaj, da se to, kar je bilo tukaj pod *a)*, *b)* in *c)* povedano o nevarnosti jakonapetih tokovodov, razzve v kar najširših krogih, tudi med kmečkim prebivalstvom. Zlasti bodo učitelji v krajih, kjer se nahajajo jakonapeti tokovodi, v šoli in zunaj šole imeli marsikatero priliko, da bodo na takšne tokovode opozarjali in poudarjali to, da morejo isti, čeravno so nenevarnim brzojavnim in telefonskim tokovodom podobni, v navedenih slučajih biti jako nevarni, da, celo življenju nevarni.

Ko bi se pa vendar pripetila takšna nesreča, potem je prva pomoč ta, da od elektrike omotenega ali na videz ubitega nesrečnika najprej ločimo od žice, ki se ga morebiti še dotika, a ne da bi se te žice sami doteknili; potem ga je skušati v življenje obuditi „z umetnim sopenjem“, o čemer pa je iskati natančnejšega pouka pri zdravniku, da bode možno v prihodnje v takšnem primeru pomagati.

Kadar je nesrečo tako, kakor je popisano pod *b)* in *c)*, povzročila pretrgana žica, in je žica s ponesrečencem še v dotiki,

*) Tudi bi bilo želeti, da bi se tokovodi z jakimi toki na očiten način kot taki zaznamenovali, da bi jih vsak takoj ločil od brzojavnih in telefonskih tokov ter bil na njih nevarnost opozorjen; zaznamenovani pa bi morali biti ne samo s svarilnimi tablicami na posameznih koleh v obližju človeških bivališč, ampak vsi koli, ki nosijo jakonapete tokovode, bi morali imeti n. pr. rdeča znamenja.

tedaj se moramo takrat, ko jemljemo žico od ponesrečenca, skrbno ogibati, da se z roko ali z obrazom ne dotaknemo žice, ampak da n. pr. s palico ali dolgo leseno kljuko *), ki se prime z ovitimi rokami, odstranimo žico od ponesrečenca, kar zlasti takrat dela težave ter zahteva veliko previdnost, kadar omoteni ponesrečenec žico krčevito drži z roko.

Kadar hočemo ponesrečenca od žice oprostiti s tem, da ga vlečemo po tleh, tedaj ga ne smemo prijeti neposredno za njegovo telo, ampak samo za njegovo obleko, dokler je žica ž njim še v dotiki.

Tudi naj se v takšnem primeru nesreča kar najhitreje naznani elektrarni, da se onodod takoj zapre tok v izogib daljših nesreč in zaradi potrebnih poprav, ki jih je izvršiti brez odloga.

*) ki se more iz veje kakega drevesa ali grmovja lahko in naglo narediti. A vzeti je za to kolikor moči suh les.



Natisnil Karel Gorišek na Dunaju. V.
