



ЕЛЕКТРИЧНА ИНДУСТРИЈА

У

СРБИЈИ

ОД

Проф. Ђ. М. Шахојевића

СА 45 СЛИКА



БЕОГРАД

ШТАМПАНО У ДРЖАВНОЈ ШТАМПАРИЈИ КРАЉЕВИНЕ СРБИЈЕ

1901



УНИВ. БИБЛИОТЕКА

И. Бр. 50054

ID=44272135

ЕЛЕКТРИЧНА ИНДУСТРИЈА

У СРБИЈИ

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА ПРЕДАВАЊА, ДРЖАНА У ФИЗИЧКОМ ИНСТИТУТУ ВЕЛИКЕ
ШКОЛЕ, 10-ог, 15-ог и 17-ог јуна 1901 године у корист
ТЕХНИЧКОГ ДРУШТВА.

од

проф. Ђ. М. Шахојевића.



ПРЕШТАМПАНО ИЗ „ПРИВРЕДНОГ ГЛАСНИКА“



БЕОГРАД

ШТАМПАНО У ДРЖАВНОЈ ШТАМПАРИЈИ КРАЉЕВИНЕ СРБИЈЕ
1901.

Првом Србину Електричару

Њиколи



Тесли

посвећује овај рад

Писац.

Велики полет, који је електрична струја добила у индустрији, оснива се на оном важном открићу у електричној науци, које је учинио *Никола Тесла*, једновременно са италиј. профес. Фераријем, али независно од њега. Резултат тога открића јесу данашње полифазне струје, најзгодније за пренос енергије у опште а специјално енергије водених падова, на велике даљине.

Желећи да се практичним резултатима тога открића користимо и у нашој земљи, одајемо заслужену пошту првом Србину Електричару посветом овога рада.

Видовдан.
1901.

Ћ. М. Ст.



ЕЛЕКТРИЧНА ИНДУСТРИЈА У СРБИЈИ.

Приређивањем ових предавања за штампу а ради веће потпуности предмета, знатно су проширени статистички подаци и општа посматрања о преносу енергије као и о производњи и употреби електричне струје.



Хидроелектрична централа у Ужицу



I.

Природне снаге, којима се ми за наше веома разгранате животне потребе служимо, употребљавамо врло ретко у оном стању и у оном облику, како их у природи налазимо. Најчешће ми те снаге према нашим потребама прилагођујемо служећи се при томе нарочитим оруђима, која се називају општим именом *машинама*.

Исто тако ни материју, потребну за наше свакодневне потребе, ретко кад употребимо у оном облику и стању како је у природи налазимо него и њу *прерађивањем* доводимо у друго, за наше потребе згодније и корисније, стање. Да не тражимо примере за то далеко од нас: пшеницу, онакву, какву је природа даје не једемо, него је реченим прерађивањем, доведемо до онога облика и стања како је видимо у добро печеном хлебу. То исто бива и са највећим делом наших потреба, служиле оне за храну, одело или за какве друге циљеве.

Материју, онакву какву је у природи налазимо и која се у практичном говору назива *сировина*, прерађујемо најчешће природним силама или *радном снагом*, прилагођеном помоћу машина или мотора. Такво прерађивање сировине, нарочито у већим размерима, чини предмет *индустрије*.

Да би се индустрија у једној земљи могла с успехом развијати, потребно је, као што видимо, двоје: *сировина* и моторна или *радна снага*, која ће кретати машине или справе за прерађивање сировина. О тој радној снази у опште а специјално о радној снази за развијање индустрије код нас, биће говора у даљим редовима.

Радна снага, тако неопходна за развијање индустријских предузећа, јавља се у природи у разним облицима енергије, коју ми можемо, на један или други начин, на наше текуће послове употребити. Али ма како били разноврсни облици те енергије, употребљиве за наше послове, ипак се они сви могу свести на један једини облик, на сунчеву топлоту



и дејство сунчевих зракова. Јер сва кретања, сваки рад, сви облици енергије, које ми можемо употребити на наше индустријске послове изазива сунчева топлота. Онога тренутка, кад би сунце угашено, престало да обасјава нашу земљу, престао би и сваки повод разним облицима кретања, па дакле и сви они практични облици енергије од којих ми живимо.

Остављајући на страну ова теориска посматрања о изворима енергије на нашој земљи, да пређемо на практичну страну тога предмета и да видимо одакле се може црпи ради снага за индустријску употребу.

И на првом месту, од најстаријих времена, употребљена је за разноврсне послове радна снага животињска и људска. Мишићни рад животиња и човека играо је најважнију улогу у индустријским пословима како у најстарије доба, тако и у вековима који нису давно протекли. Неразвијеност или скученост индустрије тих времена јасно сведочи, да се на тој основици — на основици живих мотора — велики развој индустрије не може очекивати. Да се изразимо практичним језиком, живи су мотори и њихов рад за индустрију је сувише скуп, да не кажемо да је више пута и несигуран, а тај основни разлог — скупоћа радне снаге — кочи свако интензивније и јаче развијање индустрије.

Други важан облик енергије, који из природе можемо непосредно узети, јесте снага текуће воде. Још у стара доба, човек је ту природну снагу врло често — истина на врло несавршен начин — употребљавао на своје послове. Разне врсте воденица, које на потоцима и рекама срећемо, показују нам више или мање развијену тежњу, да се та најобичнија природна снага употреби.

У много мањој мери употребљена је покретна снага ваздуха, коју видимо код ветрењача, а узрок је томе неједнак а нарочито испрекидан ток ваздушних струја. Само у таквим предузећима, која не траже непрекидност рада могла се, а и у будуће се може покретна снага ветра употребити.

Највећи полет индустрије последњих времена оснива се на оном облику енергије, који налазимо у гориву уопште, и специјално у каменом угљу. И ако се као гориво може употребити а и употребљава се дрво, ипак дрво као гориво није било у стању да индустрију доведе до оне висине на којој се она данас у разним земљама налази.

На коју се год страну окренемо, ма на које индустријско предузеће и рад погледамо, свуда ћемо као непосредну или посредну основицу тога предузећа наћи угљ. Гас, који се у извесним земљама употребљава за светљење и као моторска снага, прави се из угљена; гвожђе и други метали добијају се из њихових руда помоћу топлоте и извесних хемиских дејстава угљена; све парне машине које крећу хиљадама разних справа и опрема издржава угљен; жељезничке возове и парне бродове по рекама и морима креће угљ. И тако даље. Деветнаести век који се означава као век највећих напредака индустријских назива се век паре или, још боље век каменог угља.

Ето то су најважнији облици природних сила, који су помогли да се индустрија појави и до данашњих размера развије. Многи можда очекују, да у овом прегледу природних сила, а нарочито због наслова ових предавања, међу природним силама споменемо и електричну снагу. Па ипак то не можемо учинити јер електрична снага није полазни већ посредни облик претварања енергије. Ми на жалост електрику не копамо из земље као што копамо угаљ; она нам не тече онако као што теку реке и ваздушне струје да је можемо непосредно ухватити и употребити на своје послове; ми морамо електрику, за наше потребе, тек да справимо помоћу горњих облика енергије. За то о електрици, као особитом облику енергије, може бити говора тек доцније, кад се са употребом и значајем горе поменутих облика боље упознамо.

Истина је, да електрике има више или мање готове у природи нарочито у нашој атмосфери; али је она ту у таквом стању, да је за наше потребе — бар за сад — неупотребљива. Она нам ту може засветлити неколико тренутака као муња; она може сићи и на земљу као гром, али све што можемо учинити са електриком у тим приликама јесте то: да јој у громовоји покажемо најкраћи и најлакши пут да из облака сиђе у земљу и да нас и наша предузећа остави на миру.

II.

Да би сигурније схватили однос који постоји међу поменутих облицима енергије употребљених у индустрији, ми ћемо се мало више задржати код тих појединих облика. И на првом месту, да се зауставимо код човека, као моторне снаге.

Кад хоћемо да сматрамо човека као моторну снагу, онда морамо извести рачун о коштању јединице снаге (на пр. ефикасног парног коња = 75 метар килограма) за јединицу времена на пр. за један сахат. За тај посао послужиће нам подаци које је изнео Dr. Engel у својој расправи „Der Preis der Arbeit.“*)

У погледу рада, човечији се живот може поделити на два велика периода и то: на време за које је човек непродуктиван, и за које се мора на њега рад трошити, и на време за које је продуктиван и рад производи. Први период обухвата детињство и старост, а други радно доба човеково.

Од свог рођења, човеку треба да се храни, одева, чува и т. д. и тиме изазива другим људима, који се о њему брину већег или мањег трошка. Тај се трошак може од прилике овако одредити:

1. Од рођења до напуњене пете године износи горњи трошак 0·50 марке на дан, или 182·5 марке год., дакле за пет година 912·50 мар.

*) F. Klaussen, Die Kleinmotoren und die Kraftübertragung von einer Centrale p. 20.

2. Од навршене пете до навршене десете године из-
носе горњи трошкови 0·70 мар. дневно, т. ј. 255·50 мар.
годишње и за пет година 1277·50 мар.

3. Од навршене десете до навршене петнајесте го-
дине троши дечко 0·80 мар. дневно или 292 мар. годишње,
дакле за пет година 1460·00 „
Свега . . 3650·00 мар.

Томе ваља додати трошак који се учини на његово школовање и из-
носи око 350 марака. Према томе морају родитељи утрошити на свога
сина, док не стане на снагу да може сам зарађивати $3650 + 350 = 4000$
марака, или другим речима, петнаесто-годишњи младић представља дуг
од 4000 марака, који је учинио пре но што је отпочео своје издрживање
да зарађује. Тај се капитал пење на 5777 марака као се узме у рачун
и интерес на интерес за петнаестогодишње непрекидно улагање горњег
капитала.

Почев од навршене петнаесте године, продуктиван се век човеков
може рачунати 40 година, тако да се горњи капитал од 4000 марака
мора за то време амортизирати. Међутим је живот човеков изложен
разним случајностима, те може наступити и пре времена смрт, и за то
се горња сума мора осигурати те да се она или исплати осигуранику по
свршеном 40-тогодишњем раду или да се у случају његове раније смрти
та сума исплати његовим родитељима или наследницима. Годишња уплата
за горње осигурање износи 95 марака. За време продуктивних година,
радник се мора осигурати и за случај болести и мора у болничку касу
уплаћивати годишње 15·60 марака. Исто тако, за случај превременог
онеспособљења мора уплаћивати у инвалидску касу годишње 7·80 мар.

Али такав један радник нема у свако доба рада и може дуже
или краће време бити без рада као што се и други случајеви могу де-
сити да га без зараде оставе. На те непредвиђене случајеве ваља ра-
чунати 50 марака годишње. Уз то долази пореза са 30 марака годишње,
па онда храна, огрев, одело, стан, и т. д. што све у најмању руку износи
700 марака годишње, тако да цео годишњи текући издатак чини:

$95 + 15·60 + 7·80 + 50 + 30 + 700 = 897·40$ или у округлој цифри
900 мар. Рачунајући 300 радних дана годишње за које може зарађивати,
онда значи да један човек мора зарађивати дневно:

$$\frac{900}{300} = 3 \text{ марке.}$$

Оволико мора сваки радник дневно зарадити, ако води рачуна о
свима својим издацима и ако није рад да падне на терет друштву у
коме живи. Према томе та се цена мора узети као основа за одредбу ко-
штања радне снаге човекове.

Питање је сада, колико механичког рада може произвести један човек за горњу дневну цену од 3 марке. По разним опитима чињеним са радницима који раде разне послове за дуже или краће време*) у једном или другом облику, може се узети, да раденик за 9 сахата дневног рада произведе 200000 метаркилограма, то значи за $9 \cdot 60 \cdot 60 = 32400$ секунда: Претворен тај рад у парне коње, снага једног раденика износи у средњу руку:

$$\frac{200000}{32400 \times 75} = 0.082 \text{ пар. коња.}$$

Према томе 0.082 пар. к. коштају дневно 3 марке или пошто је тај рад произведен за 9 сахата, онда 0.082 пар. коња коштају на сахат $\frac{3.00}{9} = 0.33$ марке или један парни коњ рада кад га производи човек кошта на сахат:

$$\frac{1}{0.082} \cdot 0.33 = 4.02 \text{ марке.} = 5.00 \text{ дин. у злату.}$$

Може се сад десити, да се надница не плаћа 3 марке (или 4 дин. у сребру), већ јевтиније на пр. 2 или 3 дин. али опет, и по ту цену плаћена радна снага веома је скупа, у индустријском погледу, према оној која се добија из угљена или воде као што ћемо то доцније видети.

III.

Рекли смо мало час, да је цео развитак и огромне размере, које је достигла данашња индустрија у најразличитијим правцима, постигнут каменим угљем. Камени је угаљ остатак оне огромне вегетације, која је пре више милијуна година бујно напредовала па за тим сарањена и закопана наносима, остала сачувана у дубинама земаљским. Али услова, који су онда владали и под којима је та вегетација напредовала, данас нема више. Другим речима, данас нема оних огромних шума, које ће затрпане као оне из прехисториских времена створити нова рудишта каменог угља. Данас једва ако се у културним државама успе, да се за грађу и обично гориво посечено дрво замени новим садовима, те да се ово мало шуме што је још на земљиној површини остало, одржи и очува, јер уопште узев, човек више сатре шуме но што ће она сама без нарочите неге и засађивања израсти.

Угљена се рудишта дакле више не образују; она дрвена грађа, која се некада под земљом угљенисала и у камени угаљ прешла, јесте сва наша угљена имаовина; камени је угаљ за нас извешан и одређен капитал који се не само не умножава, него који ми непрестано и сваким

*) Ђ. М. Ст. Експерим. физика I стр. 246 »О живим моторима.«

даном све више трошимо. Нарочито од како је пронађена парна машина, развила се потрошња каменог угља до нечувених размера. С тога су се многи и то с правом питали: па докле ћемо тако? И кад каменог угља нестане, јер га мора једном нестати, пошто се непрестано троши а више се не обнавља, шта ћемо онда?

Енглеска је најбогатија међу свима културним земљама угљеном; њене „*ирне грофовине*“ (Јужни Велс, Ленкшир, Нортумберланд и т. д.) познате су у целом свету. Од свију угљених рудишта у Европи, више од трећине долази само на Енглеску. Енглеска подмирује скоро половину целе потрошње каменог угља, која је пре десет година износила 300 милијуна тона на годину и која сваке године расте са по 3—4 милијуна тона, тако да садашња потрошња износи скоро 350 милијуна тона на годину. То значи да је сваке године угљена све мање и да ће његова цена скакати све више и то наравно на штету оних разних грана индустрије, које се на угљену засноване и на њему се искључиво развијају.

Не треба да изгубимо из вида ни ту околност, да ће се временом пронаћи нова рудишта каменог угља и да цена угљу за дуго још можда неће порасти. Али и кад то буде — а то је још у неизвесности — то ће само оно време, када ће се цео угљен исцрпити само продужити али не и уклонити; па онда ако се нова рудишта каменог угља нађу далеко од садашњих индустријских центара, ипак ће цена угљу за њих порасти на штету њиховога рада. Примера ради да нагласимо, какве би користи за српску индустрију било откриће великих количина каменог угља у јужној Америци или Аустралији, кад тај угаљ, ма којим путем пренесен у Србију, не може бити јевтин?

Али да не говоримо за будућност, да останемо при садашњости и да сматрамо, да угљена има доста. Па ипак његове цене не могу бити сталне и увек ниске, и многе незгоде у угљеним мајданима могу изазвати и изазивају свакога дана кризе у свима гранама индустрије. Кад наступи оскудица у угљену, па нека то дође само услед недовољних превозних средстава за угаљ, одмах то осете сва она индустријска предузећа која са те стране угљен добијају. А да не говоримо о разним уценама и договорног подизања цена од стране господара угљених мајдана.

Угљен се из рудишта вади људским радом, дакле радом, који као што смо видели не може бити јевтин. У наше доба штрајкова, — а тога ће бити све више у будућности — није без вредности да се напомене зависност целокупне индустрије од оних радника који копају угљен. Индустријалац газда, па и индустријалац радник зависи од онога што копа угљен и од онога који тај угљен преноси. Кад штрајкују угљари многе се фабрике морају затворити. Кад они што копају угљен подигну надницу, или кад господари угљених мајдана потраже већу добит, одмах то морају да плате готово увек радници у фабрикама, јер да би њихови

господари могли одржати јевтине пијачне цене, они скидају са наднице својих раденика. Отуда долазе они непрестани штрајкови који се јављају час овде час онде, трају дуже или краће време, а свршавају се са сигурном штетом и за фабриканта и за његове раденике.

IV.

Поред угљена највише је била употребљена практички као што смо видели водена снага. Не задржавајући се код примитивних конструкција оних справа које су у раније доба употребљаване да се искористи водена снага и које су само мали део водене снаге могли примити и предати, да се зауставимо одмах на турбинама, које у модерној хидротехници заузимају тако видно место. Остављајући да се доцније мало више задржимо о садашњем стању турбинске технике, одмах ћемо напоменути, да је највећа сметња јачем развоју употребе водене снаге лежала у томе, што се сва она индустријска предузећа, која би се хтела служити воденом снагом, морала подизати на оном месту где се водена снага налази. Велике пак водене снаге, било у водопадима, било стрменим токовима потока и река налазе се међутим у планинама, далеко од свију саобраћајних средстава, дакле на местима где се фабрике не могу подизати. Она снага која са водопада пређе на турбину морала се трошити одмах ту на месту; та се снага није могла преносити на даљину. На против угаљ, ископао се ма где, могао је лако бити пренесен и сагорен тамо где нам је потребан, на места највећих трговинских центара. Као што се види главна превага угља над воденом снагом лежала је у томе што се енергија, коју даје угаљ може преносити а енергија водених токова и падова била је непреносна. Истина је, да постројење за водену снагу, један пут подигнуто тражи много мање текућих трошкова за издржавање, јер вода тече и дању и ноћу и даје нам своју снагу бесплатно: ипак због потребе, да се фабрике подижу близу саобраћајних центара, у насељеним пределима који могу дати јевтину људску радну снагу и т. д. морало се прибећи угљену који ваља непрестано куповати али који можемо трошити тамо где нам је најзгодније. У лакој преносу угљена лежи главни разлог огромном развићу данашње парне индустрије основане на угљену. У немогућном преносу водене снаге из планинских и пустих предела у културна и насељена места, лежи опет главни разлог врло слабе употребе њене за већа индустријска предузећа.

Стварно дакле постоји велика превага водене снаге над угљеном за индустријска предузећа, јер водену снагу добијамо бесплатно а угљен морамо непрестано куповати и његову цену разрезивати на прерађевине које фабрика производи. Па ипак су се због горњих разлога готово искључиво развијала само она индустријска предузећа која су основана на угљену.



Још једна не мање важна превага водене снаге над угљеном излази из овога посматрања.

Топлота, коју добијамо сагоревањем угљена, јесте једна врста молекулске енергије, и мери се јединицом која се зове *калорија*. Једна тако звана килограм — калорија представља ону топлоту, која може један, килограм воде да загреје за један степен. Та топлотна енергија згодним справама (помоћу парног казана и парне машине) може се претварати у механичку енергију, т. ј. у енергију или кретање тела, и тај је облик енергије готово у највећој мери потребан за сва механичка индустријска предузећа. Механичка се енергија као што знамо мери *метаркилограмима* за мање а *парним коњима* (од по 75 метар килограма) за веће радове. Механички еквивалент или однос између топлотне и механичке енергије износи 425, то јест топлотом једне килогр. калорије може се произвести 425 метар килограма рада, или обратно рад од 425 метар килограма производи једну кгр. калорију. Један килограм доброг угљена кад сагори потпуно развија топлоту од 8000 кгр. калорија.

Добро уређена парна машина обичне конструкције троши за сваког парног коња (75 мет. кгр.) и за сваки сахат један килограм доброг угљена. Једна кгр. калорија, која као што смо видели производи 425 мет. кгр. рада, одговара раду од $\frac{425}{75} = 5.7$ парних коња. Један килограм угљена, развијајући топлоту од 8000 килограма калорија, одговара снази од $8000 \cdot 5.7 = 45.600$ парних коња. У самој ствари парна нам машина даје од тог кгр. угљена свега једног парног коња који ради читав сахат т. ј. 3600 коња за секунду (место 45600) дакле тек 8%. Савршеније парне машине, које раде са прегрејаном паром од 360°, дају 10 до 12% корисног механичког рада. Прелазом топлотне енергије у механичку кроз парну машину, добијамо корисно само једну десетину оне снаге коју би угљен могао дати, а свих осталих $\frac{9}{10}$ остале су и растуриле се као топлота, дакле без икакве користи за наше индустријско предузеће.

На против сасвим обичне турбине које раде под обичним условима дају 80% корисног механичког рада. Турбине дакле раде десет пута корисније од парних машина.

Али ни ова превага водене снаге над угљеном није угљену сметала да постане основица свију важнијих и већих индустријских предузећа. Међутим овако стање ствари трајало је од прилике до 1890 год. Од те године на овамо јавља се једна нова тежња: да се помоћу електричне струје преноси снага на велике даљине. Због тога турбински механичари и предузимачи прате са највећом пажњом покушаје електротехничара да пренесу помоћу струје, нарочито из воде добијену електричну енергију на велике даљине, да је пренесу тамо где је она потребна, у културна и индустријска средишта, да је из планина и гудура пренесу кроз две или три жице у вароши и градове. Пренос

снаге водопада реке Некара код Лауфена у Франкфурт, на даљину од 175 километара и то са губитком од 25% — 30%, извршен године 1891 приликом електричне изложбе у Франкфурту, дефинитивно је решио питање о преносу снаге на даљину. Сви су се погледи на један пут окренули чувеним водопадима Нијагаре, у којима сваке секунде пада снага од 7,000.000 до 10,000.000 коња. Одмах се оснивају друштва са огромним капиталима за експлоатацију нијагарских водопада. Мало доцније, таква се предузећа организују у Европи на рајнским водопадима, у Швајцарској, Италији и т. д. па и у Јајцу у Босни, где је из водопада тамошњих узето 5000 коњских снага.

Једно је врло важно питање постављено баш у доба највећег рада на нијагарским водопадима: која је највећа даљина на коју се економски може електриком пренети снага нијагарских водопада? Г. Г. Е. Хустон, (E. J. Houston) и А. Кенели (A. E. Kenelly) два најчувенија електричара американска решавају то питање и налазе: да се електрична струја ухваћена на нијагарским водопадима може пренети у Албани, т. ј. на даљину од 350 километара и да се у тој вароши може продати јефтиније него струја која би се у самој вароши произвођила из угљена, који кошта 15 динара тона.*)

Водена снага, која је до скоро играла сасвим споредну улогу у индустрији, удружена са електриком, од један пут искаче на прво место, и обећава да свима индустријским предузећима да сасвим други облик и да их постави на сасвим другу, сигурнију основу. Водена снага и њена употреба не зависи од пијачних цена; она остаје увек сталан фактор у рачунима фабриканта. И у место досадашње, веома несигурне девизе индустријалаца „угљен и пара“ јавља се озбиљна и економски врло важна индустријска основа „вода и електрика“.

V.

Пре него што пођемо даље, на начине како се изводи и како се има изводити пренос водене снаге на даљину помоћу електричне струје, потребно је да се задржимо код електричне струје, која чини основу данашње електричне индустрије те да видимо: како се она за горње циљеве производи и какве су оне њене особине, које нарочито утичу на повољно решење горњег питања.

Не силазећи у дубоку старину где се налазе први почеци сазнавања о електрицитету или о чудноватој моћи „електрона“ (ћилибара) да протрвен привлачи и одбија лака тела, зауставићемо се код оног времена, где се око 1600 године дознаје да стакло, и разне смоле, протрвене могу да привлаче и одбијају онако исто као и ћилибар, и да се

*) H. Vivarez — Les phénomènes électriques et leurs applications p. 274.

то привлачење код стаклета и смоле из основа разликује: јер оно што привлачи стакло, то одбија смола и обратно. Протрвена свиленом или вуненом крпом једна стаклена цев или шипка црвеног воска или сумпора и т. д. привући ће лаке куглице од зове или комадиће хартије к себи па их опет одбити. То значи, да су тако протрвена тела дошла у неко ново стање у коме пре тога нису била и то се ново стање назива *електрично стање* или се каже да су та тела *наелектрисана* или још да на себи имају *електрицитета*.

Нас се за сада највише тиче оно кретање ситних комадића хартије према или од стаклене или воштане шипке. Сваки покрет тих тела врши извештан рад, и ми смо трећем шипке довели њу у такво стање да може изазвати рад. Ми знамо да не привлачи она тела сама шипка већ електрицитет који је на њој; онда значи да тај *електрицитет може да ради*. И он може да ради не само на том једном месту, него и десет или педесет метара даље, кад ту наелектрисану шипку, т. ј. кад електрицитет на њој пренесемо на ту даљину. То опет значи, да ми можемо — уопште говорећи — *да преносимо електрицитет с једног места на друго*, т. ј. да помоћу електрицитета преносимо рад. Ето то је у свом најпростијем облику принцип преноса снаге на даљину помоћу електрицитета. Дакле треба радом (овде на пример трећем) произвести електрицитет; пренети га (било као горе или другим начинима које ћемо доцније видети) са тог места где је произведен на друго место и ту га пустити да ради.

Испитивањем се сазнало да има две сорте електрицитета: *положног* (стакленог) и *одречног* (смољаног), да се и један и други у исти мах јављају, да један и други могу и привлачити и одбијати, и да се привлаче само кад су супротног имена а да се одбијају кад су истога имена, (привлачи се положан и одречан а одбија се положан и положан или одречан и одречан).

Даље се још нашло, да има тела која могу лако спроводити електрику на пример метали, као што их има и таквих који је не спровode на пр. стакло, смоле, сув ваздух и т. д. Она се прва тела називају *спроводници* а ова друга *осамници* или *изолатори*. Врло је важна ствар код принципа преноса снаге на даљину, да ли ћемо електрицитет преносити помоћу изолатора или спроводника. Кад електрицитет произведемо на изолатору, као на пр. горе на стакленој или воштаној шипци, онда ако хоћемо тај произведени електрицитет да пренесемо на друго место, ми морамо да преносимо и изолатор заједно са њим. Напротив ако између места на коме електрику производимо и места куда хоћемо да је пренесемо затегнемо једну бакарну жицу, па на првом месту пустимо произведену електрику у жицу, она ће сама, услед спроводљивости жице, отићи на други њен крај, и ако се жица није ни помакла с места, од прилике онако исто, као што вода протиче кроз какву цев. Овај други

начин преноса електрике zgodнији је и бољи и њиме се готово искључиво служимо, само што у место једне жице узмемо две три, а некад и више жица или спроводника. Да не би електрика на свом путу кроз жицу изашла из ње и отишла на другу страну, нарочито ако се жица додирује са другим спроводницима, онда се таква жица омота изолаторима по целој дужини, или се, ако је гола, утврђује с места на место за изолаторе, стаклене подлоге, порцеланске чашице и т. д.).

Видели смо мало час, да ће једно наелектрисано тело привлачити (или одбијати) лака тела која му се приближе. Простор по коме се простира то привлачно (или одбојно) дејство електрицитета, назива се *електрично поље*. Она пак линија, (или путања), по којој се креће једно лако тело кад се по електричном пољу приближује наелектрисаном телу (или се удаљава од њега) назива се *линија силе електричне*.

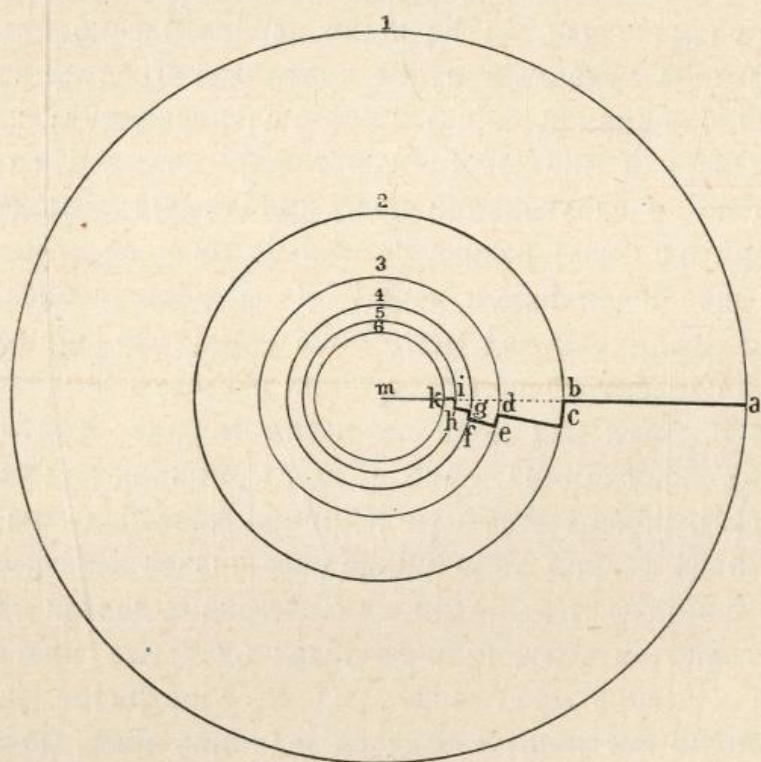
Као год што један камен, падајући са извесне висине на земљу, врши извешан механички рад, исто тако једно тело које се креће, дакле које пада према наелектрисаном телу, врши извесну количину електричног рада. И један и други рад мери се истим мерама: сантиметар-грамовима или метар-килограмима, само су за електрични рад узети други називи. Кад маса једнога грама или јединица масе пада из бескрајности према земљи, онда се рад те јединице масе назива *потенцијал* (и то гравитациони потенцијал). Кад јединица електрична долази из бескрајности према наелектрисаном телу, (или се услед одбијања креће од наелектрисаног тела у бескрајност) онда рад те електричне јединице представља *електрични потенцијал*. Кад се јединица масе, долазећи из бескрајности задржи на пр. на 1000 метара изнад земље, онда је она извршила извесну и одређену количину рада, т. ј. она на том месту има извешан потенцијал. Кад сиђе 100 мет. ниже њен је рад сад други неки, дакле ту је потенцијал други неки. Исто то вреди и за електрични потенцијал. Према томе уопште кад се једна електрична маса у неком електричном пољу креће ка наелектрисаном телу (или се удаљава од њега), она онда прелази кроз места на којима потенцијал има разне вредности, или кроз места разнога потенцијала. Пошто на једном таквом месту потенцијал има већу а другом мању вредност, онда се каже, да на тим местима влада разан потенцијал, или да између њих постоји *потенцијалска разлика*.

На слици 1, нека m буде једна извесна електрична количина око које је свуда унаоколо њено електрично поље. Кад јединица електрична дође из бескрајности на пример до круга 1, она на том месту достигне извесну вредност потенцијалску. Дошав до круга 2, та је вредност нека друга, и између тачака на кругу 1 и на кругу 2 постоји потенцијалска разлика, или те су тачке разних потенцијала.

Кад електрична јединица дође до круга 1, сасвим је све једно до које ће тачке тога круга доћи, јер су све тачке тога круга подједнако удаљене од m . Зато се каже да све тачке на том кругу имају исти по-



тенцијал или још то су тачке једнакога или истога потенцијала. Па како то вреди не само за тачке тога круга, него за све тачке у простору које су подједнако далеко од m , т. ј. за све оне тачке које леже на лопти истога полупречника са кругом, онда ће површина те лопте бити *површина једнаког потенцијала*, или *еквипотенцијална површина*. Тако су исто и лопте круга 2, 3, површине једнаког електричног потенцијала.



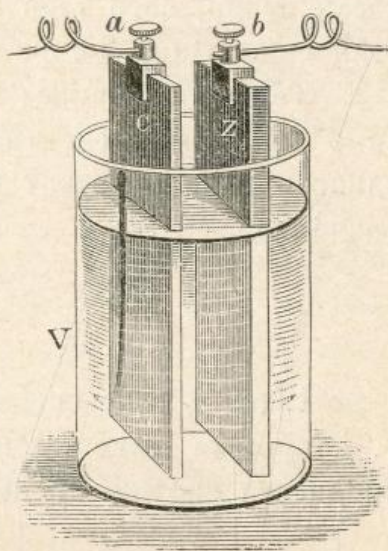
Слика 1.

Нека се једна електрична јединица крене са лопте 1 (представљене на слици кругом 1) до лопте 6 (или обратно од лопте 6 до 1). Рад који ће та јединица извршити један је исти, па било да она пређе најкраћим путем од a до k или да из a иде испреламаним путевима $a b c d e f g h i k$. Тај рад зависи једино од потенцијалске разлике која постоји између површина 1 и 6 а не од пута којим ће тачка прећи из једне површине у другу. Јер док се тачка креће по површини једнаког потенцијала, она не врши никакав рад. —

Електрицитет који постаје трећем, тако звани *статички електрицитет*, не може се употребити за индустријске потребе, јер се електрицитет производи тим путем у врло малим количинама, и што је он у тако званом статичком или равнотежном стању. За наше практичне потребе треба нам електрицитет који се креће, који протиче, треба нам тако звана *електрична струја*, која се горњим путем тешко може добити.

Кад нам треба струја за мање домаће или друге потребе, на пр. за електрична звона, за телеграф и т. д. онда је производимо тако званим

галванским или Волтиним елементима, који је у најпростијем свом облику представљен на сл. 2. У стаклену се чашу наспе до извесне висине мало закисељена вода (сумпорном киселином) и у њу се замоче две плоче: једна бакарна или угљена *C*, а друга цинкана *Z*. За сваку се плочу привеже по једна жица или спроводник, који кад се саставе онда кроз њих протиче врло слаба електрична струја. Од бакра или угљена полази положан а од цинка одречан електрицитет, и за то се жица везана за бакар (или угљен) зове положна а она друга, везана за цинк, одречна, или још за бакар (или угљен) каже се да је то положан а за цинк одречан *пол*. У галванским елементима струја постаје услед хемиске реакције а на њој су основани и тако звани *секундарни елементи* или *аккумулятори* у којима се електрична струја може више или мање гомилати или скупљати.



Слика 2.

Између статичког електрицитета који добијамо из електростатичких машина и онога што га даје галвански елеменат не постоји никаква битна разлика. Разлике има, али она није у суштини већ у облику, у коме се та два електрицитета јављају. Кад саставимо положни и одречни статички електрицитет добићемо прилично јаку варницу; спајање супротних полова галванског елемента даће једва приметну варницу. Ел. стат. машина даје мало електрицитета (по количини) али под великим напоном или притиском или како се још то каже под високим потенцијалом, галвански елеменат даје много више електрицитета (по количини) али слабога напона или нискога потенцијала. Статички електрицитет наличи на врло танак водени млаз који пада са врло велике висине, а галвански личи на какву реку или поток у коме вода једва отиче. *

Ако су нам потребне јаче струје, саставићемо више галванских елемената заједно, у *галванску батерију*. Галванских елемената има уосталом врло разних система и облика, али се ми са њима за сада нећемо дуже бавити.

Галвански елеменат или батерија личи унеколико на један резервоар напуњен водом из кога се једном цев може вода одвести. Цев одговара спроводној жици код елемента а текућа вода електрицитету, који се врло често, ради јасније представке, замишља као да је нека течност.

Као год што вода у резервоару стоји под извесним притиском и под тим притиском кроз цев протиче, тако се исто и електрична струја у спроводнику јавља услед извесног електричног притиска или напона, који се сад специјално назива *потенцијалска разлики* или *електромоторна снага* (*e*) тога елемента или батерије.

Количина електрицитета, која из ма ког извора протече за једну секунду, назива се *интензитет* или *јачина струје* (i).

Најзад, као год што вода, протичући кроз неку цев наилази на извесан отпор, исто тако и електричној се струји, кад протиче кроз извештан спроводник, опире извештан *отпор* (o) који она мора да савлада.

Те три величине: електромоторну снагу, интензитет и отпор налазимо при свакој електричној струји; оне су међу собом везане сталним односом који је познат под именом *Омовог закона* и који је изражен овим разломком:

$$i = \frac{e}{o}.$$

Што се тиче специјално отпора он зависи од дужине (l) и дебљине т. ј. пресека жице (q) као и од материјала од кога је жица (σ). Све те вредности спојене су међу собом овим изразом

$$o = \sigma \frac{l}{q}.$$

Како електромоторска снага, тако и интензитет и отпор имају своје јединице и мере, којима се мере. На пример: каже се да је отпор раван јединици онда кад струја прође кроз живин стуб, дугачак од прилике 106 сантиметара а који има у пресеку један квадратни милиметар; жива треба да буде на температури 0° . Та се јединица зове „ом“ у част немачком физичару *Ому*, који је пронашао горе поменути закон.

Електромоторска снага или потенцијалска разлика мери се нарочитом јединицом која се зове „волт“ у част талијанском физичару *Волти*, који је пронашао први галвански елеменат.

Најзад интензитет струје мери се „амперима“ по имену француског физичара *Ампера*, који је пронашао утицај електричних струја на магнете.

Према томе се Омов закон може и овако написати:

$$1 \text{ ампер} = \frac{1 \text{ волту}}{1 \text{ омом.}}$$

Кад подижемо какав терет у висину, онда се каже да радимо; тај се рад цени и по тежини терета као и по висини на коју смо га изнели у исти мах, и као што знамо изражава се у метар килограмима. Кад вода пада са извесне висине и за њу се каже да ради, и њен се рад цени по њеној тежини и по висини са које пада а изражава се такође метар килограмима. Кад електрична струја протиче кроз какав спроводник она тако исто ради (на пример загрева тај спроводник) и тај се њен рад цени према њеној електромоторној снази (e) и интензитету њеном (i) и изражава се волтамперима. И као год што је све једно да ли ће три килогр. воде пасти са висине од пет метара или пет килограма са висине од три

метра јер у оба случаја имамо 15 мет. килогр. рада, исто је тако свеједно да ли ће кроз један спроводник протећи струја од 3 волта и 5 ампера или од 3 ампера и 5 волта, јер у оба случаја имамо 15 волтампера електричног рада. Врло се често рад од једног волтампера назива *ват*. Сви се ти радови своде на јединицу времена, т. ј. на једну секунду.

Да би електричну јединицу за рад, волтампер или ват свели на механичку јединицу метар килограм ваља да напоменемо да је један ват $= \frac{1}{9.81} = 0.1019 = 0.102$ мет. кгр. $= 0.00136$ парних коња или у округлој цифри 1 мет. кгр. $= 10$ вата (тачно 9.81). Према томе један парни коњ од 75 мет. килогр. равна се са 736 вата и тај рад од 736 вата, потпуно једнак са радом једног парног коња назива се један *електрични коњ*. Најчешће се рад електричне струје у пракци изражава *хектоватима* (100 вата) и *киловатима* (1000 вата).

Према томе образац за електрични рад, који се у свему равна са механичким радом биће:

$$R = ei$$

или ако за e ставимо из Омовог закона $i = \frac{e}{R}$ имаћемо

$$R = \frac{e^2}{i^2}$$

VI.

До пре неколико година, галвански су елементи били једини практични извор за електричну струју; они су и данас употребљени тамо где нису потребне велике количине електрицитета. Јер за веће индустријске електричне потребе галвански су елементи сувише скупи и тешко се њима рукује. За последњих 15—20 година дошло се до машина које производе врло јаку струју по много јефтинију цену услед чега је електрицитет и добио толику индустријску примену какву данас има. То су тако зване *динамо-електричне машине*, о којима ћемо сада говорити.

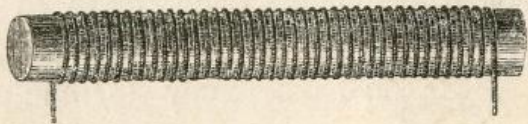
Динамо-електричне машине основане су на веома важном односу који постоји између магнетизма и електрицитета. Ти се односи дају поделити на две групе: на *електромагнетизам* и на *магнетску индукцију*.

У електромагнетизам долазе утицаји електричне струје на готове магнете као и на тела која се могу у магнете претворити, дакле у главном на челик и гвожђе. Ево какви су ти утицаји.

1. Кад поред слободне магнетске игле, (за коју знамо да ће заузети правац са севера на југ), проведемо електричну струју, игла ће скренути из свог првобитног положаја тежећи да се укрсти са струјом. Законе тога дејства проучио је франц. физичар *Ампер*, чије смо име мало час споменули.

2. Електрична струја не утиче само на готове магнете већ се њен утицај простире и на тела која се могу намагнетисати, као на пример

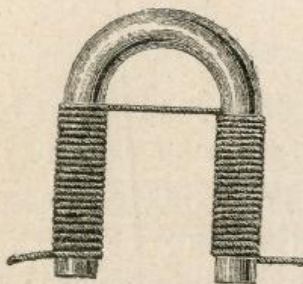
на гвозђе и челик, правећи од тих тела магнете. Ако око комада гвозђа које се сад назива гвоздено језгро (сл. 3) омотамо бакарну изоловану жицу и кроз њу пропустимо струју, гвозђе ће се тог тренутка намагнетисати и остати магнетом све док струја траје. Чим се струја прекине и гвозђе изгуби магнетизам. Овакви магнети, који постају од гвозђа док око њих обилази електрична струја и који свој магнетизам изгубе престанком струје, називају се *електромагнети*.



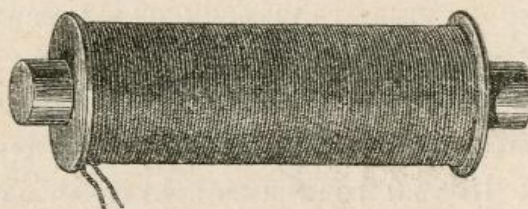
Слика 3.

Најбољи се електромагнети праве од тако званог „меканог гвозђа“ (или жареног гвозђа) јер друге врсте гвозђа и по престанку струје задрже некад више а некад мање магнетизма. Нарочито је у том погледу важан челик, који се истина струјом теже магнетише, али по престанку струје, свој магнетизам задржава. То су као што знамо *трајни* или *перманентни магнети*.

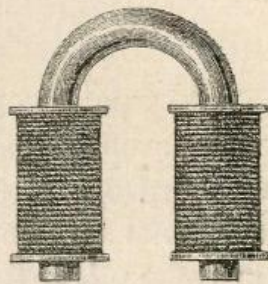
Били електромагнети прави, потковичастог или ма каквог другог облика, изолована спроводна жица може се намотати или непосредно око самога гвозђа или се омота око шупљег калема (од дрвета, тврдог каучука, и т. д.), кроз који је гвоздено језгро продевено (сл. 4, 5, и 6).



Слика 4.

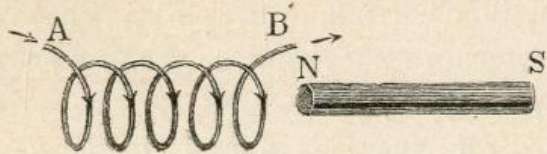


Слика 5.



Слика 6.

Најзад имамо да додамо, да се и сама спирала савијена од бакарне жице понаша као магнет и без гвозденог језгра у њој, кад само кроз жицу пропустимо струју, т. ј. и она ће привлачити гвозђе и магнете као и прави челични магнети. Тако спирално завијена жица назива се *соленоид*.



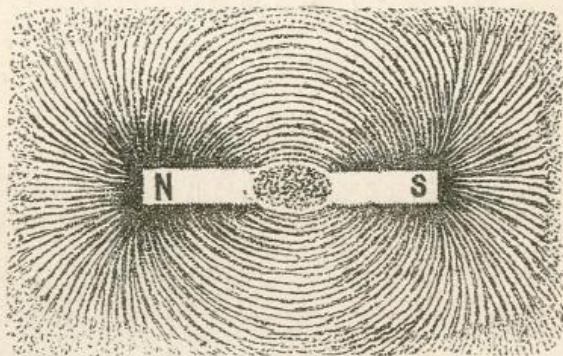
Слика 7.

Ако је А В (сл. 7) таква спирала, а поред ње магнет NS, онда ће спирала привлачити магнет, ако струја тако иде, да је јужни пол спирале код В, дакле спрам северног пола магнета N, и то при-

влачење може да буде тако јако, да магнет уђе у саму спиралу. Ако само променимо смисао струје, те код В, постане северни пол, спирала ће избацити из себе магнет. Нарочито важну примену нашло је то привлачење и одбијање соленида код извесне врсте пламених електричних лампи. Из тога излази овај важан закључак: електрична струја, где год прође

и ма на којн начин прође, ствара око себе извесно магнетско поље, које се ни у чем не разликује од оних магнетских поља, која стварају перманентни или обични челични магнети, до једино тиме, што се електричном струјом могу направити много јача магнетска поља него обичним магнетима. Ова магнетска поља, која изазивају електричне струје називају се *електромагнетска поља* и играју најважнију улогу при произвођењу струје динамомашинама.

И у магнетском као и у електричном пољу имамо линија сила и еквипотенцијалних површина које имају исте особине као и електричне линије сила и еквипотенцијалне површине. Само је много лакше констатовати и видети магнетске линије сила. Кад положимо једну магнетску шипку на сто и покријемо је листом круте хартије, па са висине пустимо да падају на лист хартије гвоздени опиљци, они ће се поређати извесним редом по хартији и показати ток магнетских линија сила. На сл. 8 имамо распоред магнетских линија сила, код два наспрамна пола једног потковичастог магнета, и то без разлике да ли је то челичан магнет или електромагнет.



Слика 8.

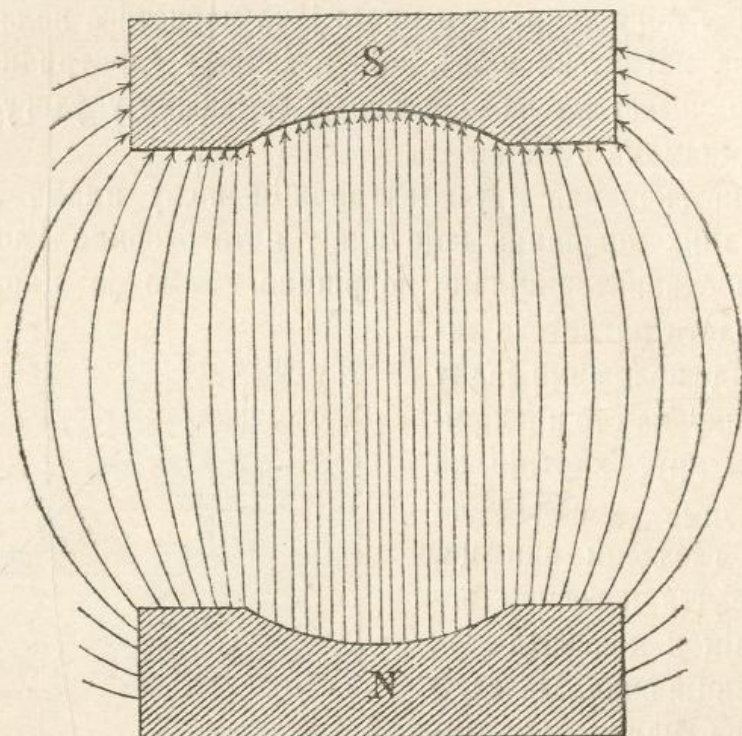
Као што се на овој слици види, магнетске линије сила полазе из једнога пола а свршавају се у другом, имајући разне, више или мање повијене облике. Сем тога видимо, да су на неким местима линије гушће а на неким ређе. Такво се магнетско поље назива *неједноставно* или *хетерогено магнетско поље*. Ако у неком пољу (или на извесном месту некога поља) линије теку паралелно, дакле свуда једнаке густине, онда се такво поље (или то [место у пољу] назива *хомогено* или *једноставно*. На горњој се слици могу видети поједина места на којима се линије могу сматрати на кратким даљинама као паралелне и зато се та места у томе, иначе у целини хетерогеном пољу, могу сматрати као хомогена. Још се боље то види на сл. 9. на којој је представљено магнетско поље између два пола *N* и *S* једног електромагнета, и које је у средини хомогено, а лево и десно није.

VII

И кад се кроз једно магнетско поље креће један спроводник (или жица) у њему ће се јавити електрична струја. То је нов начин добијања електричне струје и назива се *индукција* и то у овом случају *магнетска индукција*.

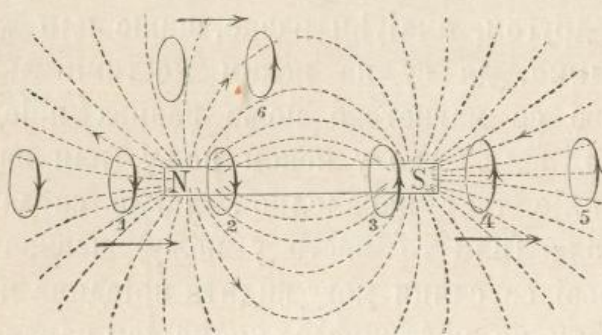
Није све једно како ће се у ком магнетском пољу кретати један спроводник па да у њему постане струја. Уопште узев, спроводник се

мора кретати тако, да свакога тренутка пресече други број магнетских линија, јер ако у свом кретању спроводник пресеца увек један исти број



Слика 9.

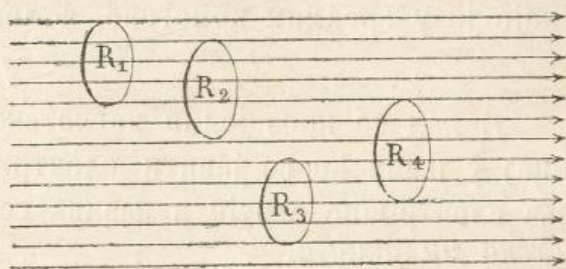
магнетских линија, у њему нема струје. Према томе ако је магнетско поље хетерогено као на пример на слици 10, кретао се спроводник ма



Слика 10.

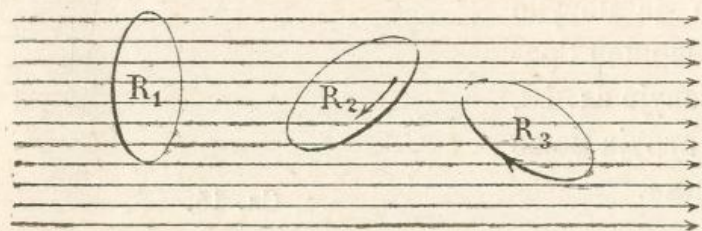
како кроз то поље, увек ће се у њему појавити струја, само разнога смисла, према половима поља поред којих се буде кретао. На против, ако је поље хомогено, онда ако се жица креће тако да остаје сама себи паралелна (сл. 11), те да пресеца или обухвата увек један исти број линија, у жици нема струје. Ако ли је то кретање спроводника тако да у сваком другом положају обухвати други број магнетских линија (сл.12) онда ће се у жици јављати индукционе струје разнога смисла према томе, какав положај та жица према магнетским линијама у свом окретању заузела буде.

Најпростије кретање једног спроводника кроз хомогено магнетско поље постиже се обртањем његовим око неке осовине. То се обр-



Слика 11.

тађе може извршити у главноме на два начина: или се затворен спроводник обрће око осе ab (сл. 13) кроз хомогено поље тако, да му се



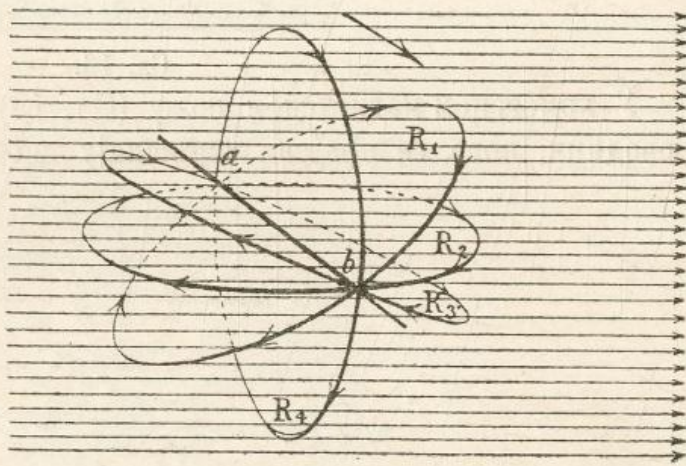
Сл. 12.

средиште у простору не премешта, или се он обрће тако, да сваког тренутка његово средиште заузима друго место у магнетском пољу (сл. 14).

По првом начину напра-

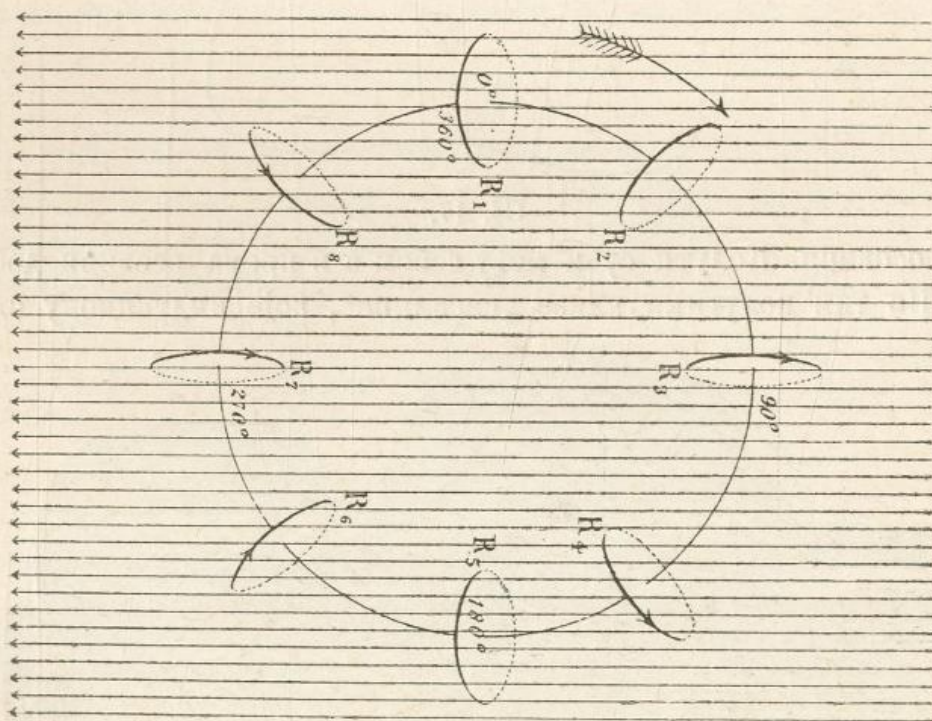
вљен је цилиндричан индуктор и Сименсов калем, а по другом Грамов прстен.

Цилиндричан индуктор прави се, кад се око гвозденог цилиндра (сл. 15) уздужно намота што већи број спроводних жица. Гвозденом је цилиндру задатак, да под утицајем магнетских полова између којих се он налази у магнетском пољу, ојача индукционе струје, које постају у жицама што су око њега намотане. Све



Сл. 13.

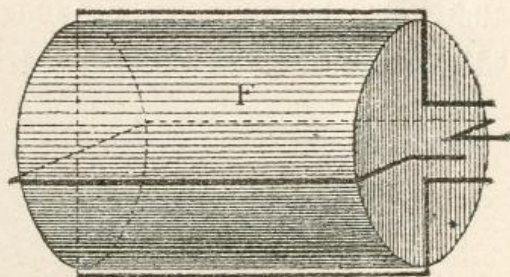
се жице међу собом на извешан начин повежу и утврде, тако да довршен цилиндарски индуктор изгледа као на сл. 16.



Сл. 14.

Грамов прстенаст индуктер прави се, кад се узме прстен од меканог гвожђа па се око њега намота, што је могуће више спирала као на сл. 17. Довршен Грамов прстенасти индуктор показује сл. 18.

Да видимо сад каква се струја може јавити у појединим индукторима.

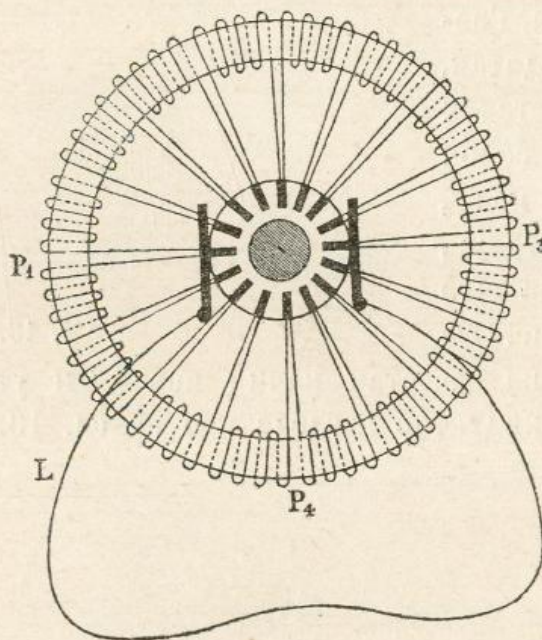


Сл. 15.



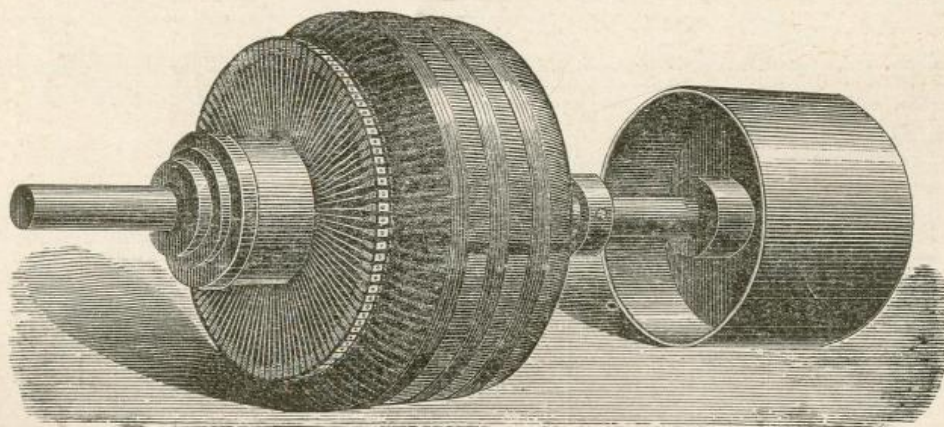
Сл. 16.

У хомогеном магнетском пољу (Сл. 19) обрће се четвртасто савијен спроводник, кога се крајеви свршавају на два одвојена спроводна ко-



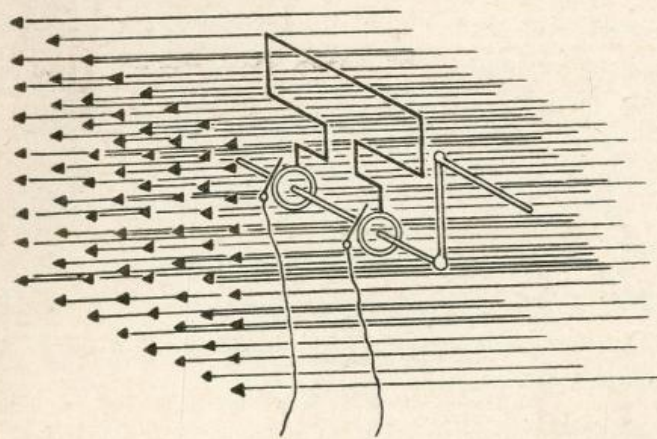
Сл. 17.

лута на осовини. Колути су и међу собом а и према осовини добро изоловани. По тим колутима клизе „сисалице“, које индукциону струју из



Сл. 18.

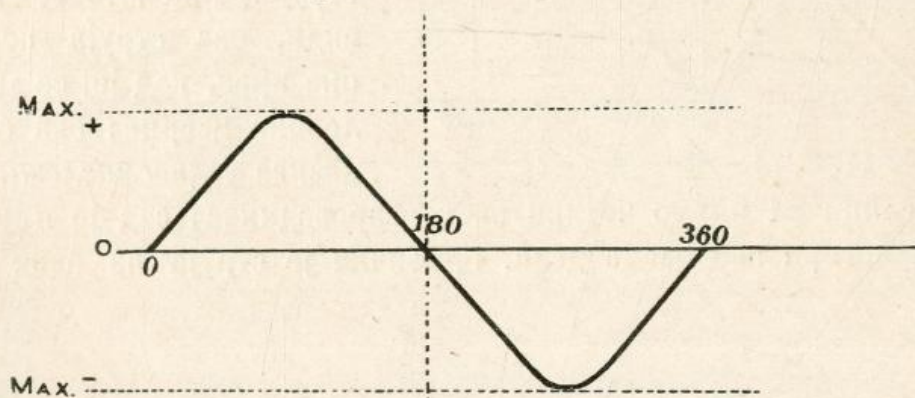
спроводника сишу и одводе. У једном извесном положају, у спроводнику нема струје, за тим се при његовом обртању она појави, најпре



Сл. 19.

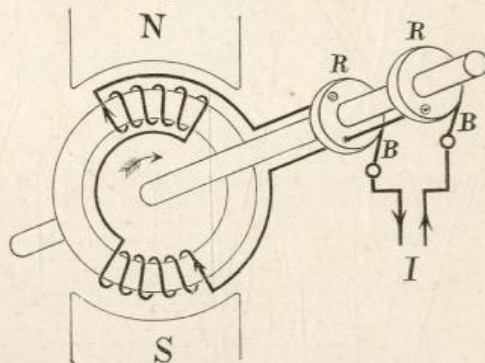
слаба, па све јача док не достигне највећу вредност и при даљем обртању почне понова опадати док не достигне нулу па онда опадајући и даље заузме одречан смисао и у том одрежном смислу расте, постигне највећу одречну вредност и понова се врати на нулу. Све ће те разне вредности постићи струја док се спроводник један пут окрене око себе.

Графички су све те промене на струји у току једнога обрта представљене на слици 20. Таква струја која је таласаста и час положна а час одречна, назива се *наизменична*. Дужина целог таласа назива се *периода*.



Сл. 20.

На слици 21, изведен је потпунији модел машине за наизменичну струју. N и S су полови електромагнета између којих је хомогено магнетско поље и у њему један пар спирала намотан око једног прстена од меканог гвожђа. R и R су колотови до којих допиру крајеви спроводника а B и B су сисалице које одводе струју.

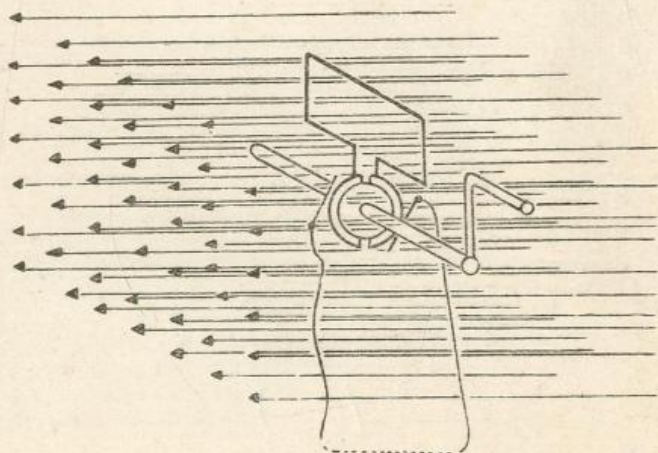


Сл. 21.

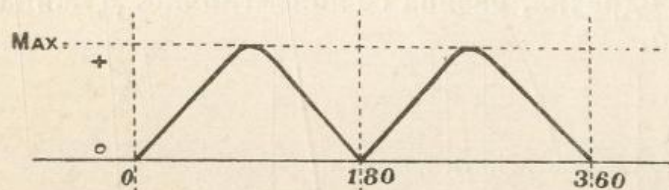
Новије машине производе наизменичну струју обично са 40 до 80 периода у секунди или са 80 до 160 промена, пошто се у свакој периоди струја два пут промени (до половине periode положна а од половине одречна).

Одвођене струје из спроводника може се извршити још на један начин. У место да сваки крај спроводника спојимо са засебним колутом

као мало час, спојићемо сваки крај са по једном половином *истога ко-лута* али тако да свака половина буде за се изолована (а такође и од осовине сл. 22). Мало час је свака сисалица клизила по за-себном колуту, а сад обадве клизе по истом. Струја коју сада сисалице одводе из спроводника сасвим је другојача: она сад пошав од нуле расте до највеће положне вредности па онда опадне до нуле, као и мало час, али *не прелази на одречну страну* већ остаје на истој положној страни и мења се опет од нуле до највеће положне вредности, опадајући опет до нуле, док спроводник доврши један цео обрт од 360° . На слици 23 пред-



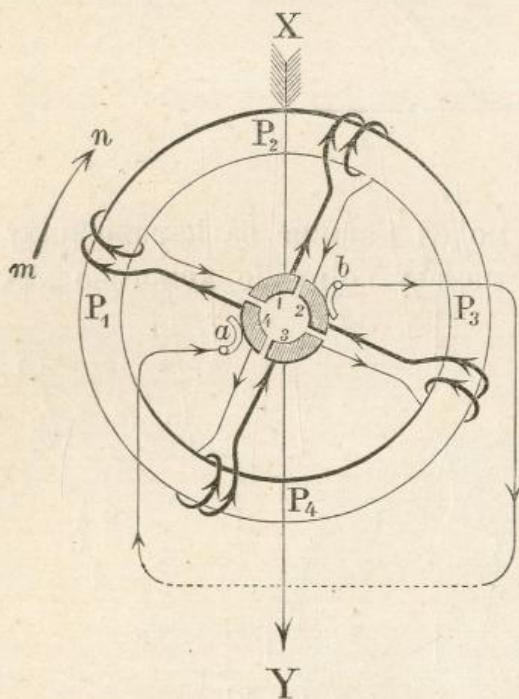
Сл. 22.



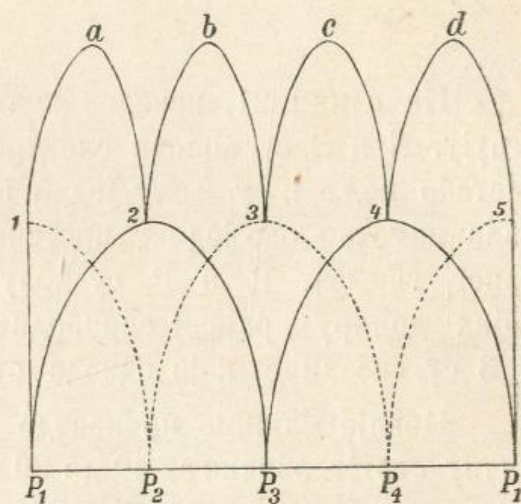
Сл. 23.

стављен је графички ток ове струје. Као што се из слике види, ова струја постаје из оне прве, кад јој се друга половина изврне; ова се струја назива *једносмислена*.

На слици 24 имамо четири овака спроводника; сад је и колут подељен на четири изолована дела. Графички је струја из ових спирала



Сл. 24.



Сл. 25.

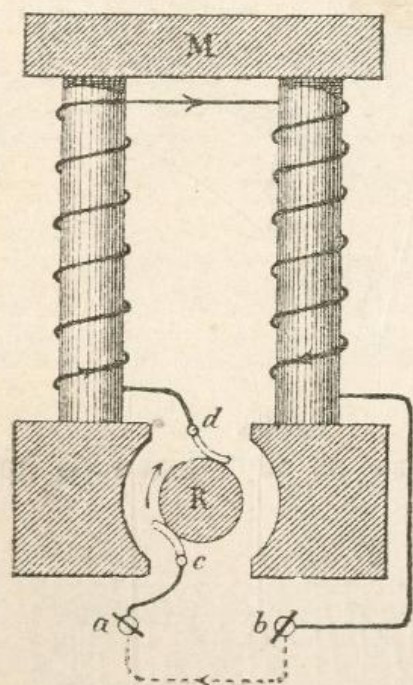
представљена на слици 25. Спирале P_1 и P_3 на пример дају струју представљену овде полуталасима P_1 2 P_3 4 P_1 , а спирале P_2 и P_4 даће нам

полуталасе 1 P_2 3 P_4 5. Обе ове струје сложене дају резултујућу струјну линију 1a 2b 3c 4d 5, у којој струја никад не опада до нуле, већ се мења између највећих вредности a, b, c, d, и најмањих 1 2 3 4 5. У колико је број спирала већи, (а код дефинитивних машина њихов је број врло велики) у толико су полуталаси ситнији и разлика између највеће и најмање вредности струје мања, тако да се може рећи као да се струја и не таласа.

Магнетско поље кад машина, у коме се окреће било цилиндричан или прстенаст индуктор може се производити или перманентним магнетима или електромагнетима. Машине, код којих су употребљени стални или перманентни магнети зову се *магнетоелектричне машине*. На против оне машине, код којих се магнетско поље производи електромагнетима, зову се *динамоелектричне* или краће *динамо машине*.

У прво доба, све су индукционе машине прављене са перманентним магнетима. Али због слабог магн. поља, које такви магнети имају, оне су све мање и мање биле употребљаване, и данас их у индустријској употреби нема.

Да би уопште схватили електромагнетско дејство једне динамо машине, посматраћемо Едисонову једносмислену машину, која је у главним цртама представљена на слици 26. Као што се из слике види, цела се



Сл. 26.

машина своди на један велики потковичасти електромагнет између чијих се полова окреће цилиндрични индуктор R. Цео електромагнет, који је уосталом састављен из неколико комада направљен је од меканог гвожђа. Као што се види, жицом су омотана само два усправљена ступца и то у више слојева и кроз ту жицу пролази струја коју сисалице скупе. Пошто струја пошав од тачке d обиђе најпре око електромагнета, она тек онда иде даље на употребу у апарате који се намештају у ланцу између b и a. Код таквих се машина дакле *сва њихова струја* употреби на прављење електромагнета. Такве се машине зову *машине са главном струјом*.

Има међу тим машина, код којих не пролази сва струја око електромагнета већ само један део њен. Такве се машине зову *машине са споредном струјом*.

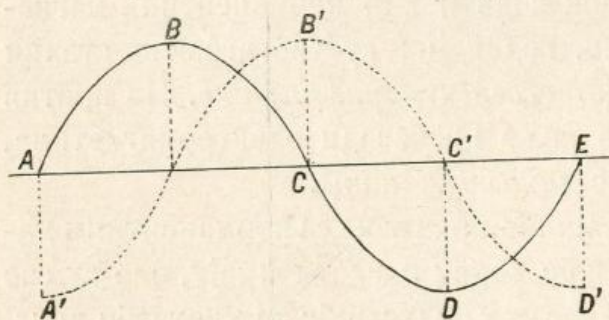
Најзад има и таквих машина, код којих око електромагнета обилази и главна и споредна струја у исти мах. То су „*мешовите*“ или *сложене динамо машине* (compound).

Према послу, на који се струја из тих машина хоће да употреби, узима се први, други или трећи систем динамо машина.

До пре десет дванајест година постојале су само те две врсте индукционих струја: *једносмислене* и *наизменичне*. У то доба *Никола Тесла*

и *Галилео Ферари*, показаше у исти мах, да се наизменичне струје могу више или мање премештати и тако добити нове врсте струја. Њихове су идеје практички разгранали *Брадлеј*, *Доливо-Доброволски*, *Бровн* и други те су тако постале нове врсте наизменичних струја које се називљу: *дифазне*, *трифазне*, (*полифазне*) или *ротаторне*, *обртне струје*.

Ево како од обичне наизменичне струје постају ове нове струје. На слици 27 таласаста линија *A B C D E* представља једну наизме-

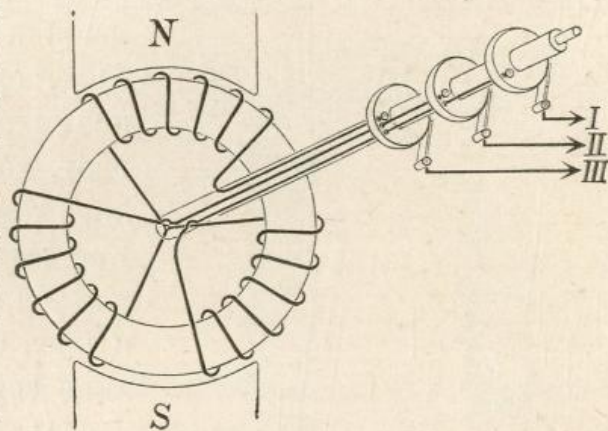


Сл. 27.

ничну струју а *A' B' C' D' E'* другу исто такву струју само помакнуту за четвртину периоде а то значи да кад прва струја постигне највећу вредност код *B* ова друга има вредност нулу а кад она достигне највећу вредност код *B'*, онда она прва има вредност нулу у *C*. Овакве две

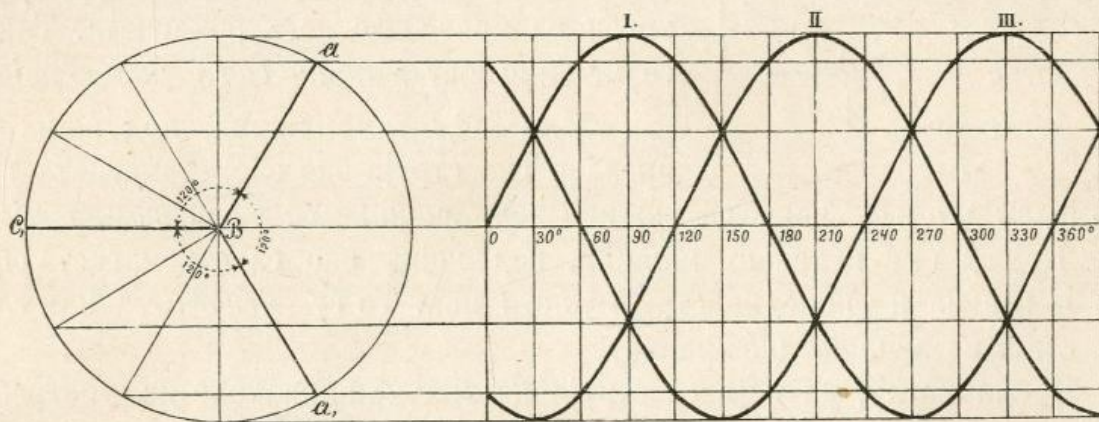
помакнуте наизменичне струје дају једну *дифазну* струју за коју се каже да је помакнута за четврт периоде или за 90° .

У место да узмемо две струје помакнуте за четврт периоде, узмемо да је друга помакнута према првој за трећину периоде или 120° и још једну трећу, која ће према другој бити такође помакнута за трећину периоде или 120° или која ће према првој бити помакнута за две трећине периоде или 240° .



Сл. 28.

Овако помакнуте струје добијамо кад око Грамовог прстена (сл. 28) намотамо три засебна спроводника удаљена за по 120° један од другог и окрећемо га између полова *N* и *S*.



Сл. 29.

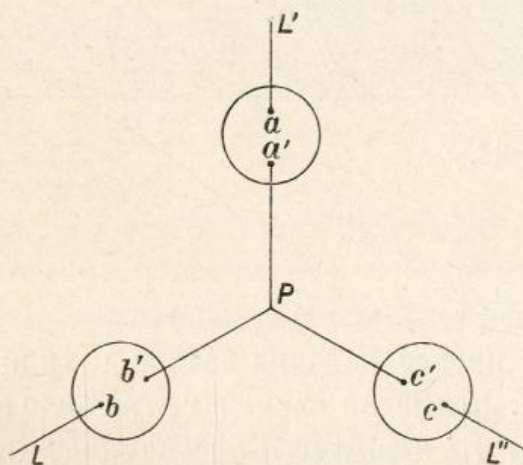
Поједине наизменичне струје рађају се сад једна за другом размакнуте за трећину периоде. Њихово стање представљено је на слици 29 а

све заједно представљају тако звану *трифазну* (или још и *полифазну*) струју.

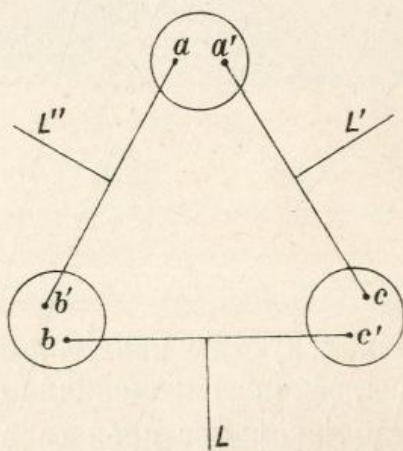
Она наизменична струја, коју смо напред прву познали, за разлику од ових, назива се *обична* или *проста наизменична* или још и *монофазна струја*.

Горња три спроводника или калема нека су aa , bb , и cc , сл. 30 и 31. Да не би за одвођење ових трију струја употребили шест спроводника, половине a' b' c' спајамо заједно у тачку P и њу одводимо у земљу. Остаће нам свега три пола a b c за које нам требају свега три спроводника L , L' L'' . Овако спојени калемови код машина за трифазну струју називају се *звездасто спојени*. Други начин спајања показује сл. 31, у ком случају одводимо струју опет са три спроводника. Овако спајање назива се *троугласто спајање*. На слици 28 представљен је модел машине за трифазну струју, првога типа.

Код једносмислених машина полови електромагнета остају на истим местима стално; код трифазних машина полови се премештају и обрћу па за то се каже често (и ако погрешно) да те машине дају *ротаторну* т. ј. *обртну струју*.



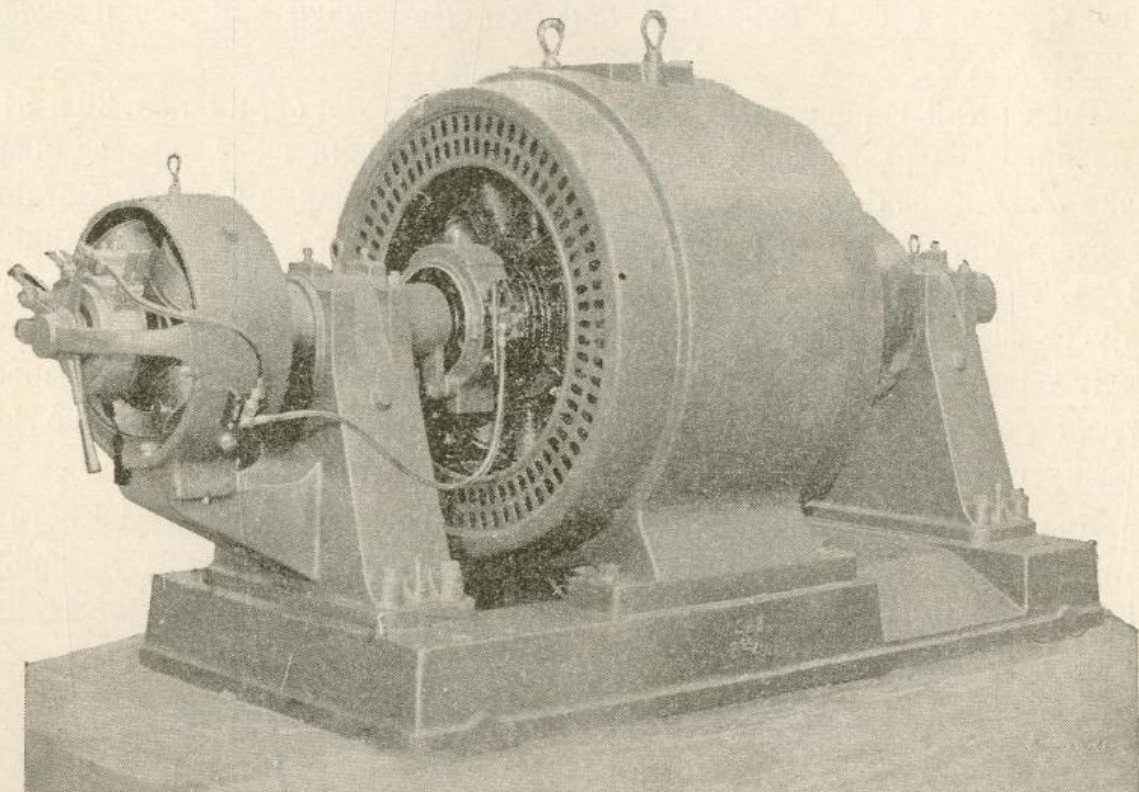
Сл. 30.



Сл. 31.

Једносмислена се струја употребљава обично за преносе на мања растојања и ако има, истина ређих примера, да је та струја пренесена и на већа одстојања. Ако ваља да пренесемо струју далеко, морамо употребити обичну наизменичну или још боље трифазну струју. Тек од како се успело да се нарочито ове последње струје лако и сигурно производе и преносе, добило је питање о преносу снаге на даљину овакав значај какав данас има. — Код једносмислених динамо машина електромагнети се производе оном струјом која у самој машини постаје као што смо то већ раније видели. Код машина за наизменичну струју у опште, па дакле и за трифазну струју, не може се употребити њихова струја за прављење електромагнета, јер струја сваког тренутка мења смисао. Такве машине морају имати засебну једносмислену машину, која производи струју за

њихове електромагнете. Потпуна динамо машина за трифазну струју са засебном (малом) једносмисленом машином за електромагнете представљена је на слици 32.



Сл. 32.

VIII.

Напоменуто је раније, да се за пренос рада на велике даљине употребљава, обично, наизменична струја. Још један елеменат игра врло важну улогу приликом тог преноса а то су *електрични трансформатори*.

Индукциона струја, коју смо до сада посматрали постајала је у магнетском пољу и зато је цела појава и названа *магнетском индукцијом*. Међутим се у једном спроводнику може изазвати индукциона струја и на тај начин кад кроз други какав спроводник, који је близу њега, прође готова електрична струја, или се струја која већ пролази прекине или уопште ако се интензитет струје у том спроводнику мења. То је тако звана *електрична индукција*. Она готова струја која се пропушта или се прекида или код које се интензитет мења, назива се *примарна струја*, а она изазвана или индуцирана назива се *секундарна струја*. Ако примарна струја остане стална, онда за цело време њеног протицања нема секундарне струје. Из тога се види, да ће једносмислена струја (а тако исто и галванска струја) изазвати трајну секундарну струју само тако, ако се врло често прекида. Наизменичне пак струје, које, по природи,

своје интензитета врло брзо мењају, могу тим самим изазивати трајне секундарне струје.

Изазвата или секундарна струја може према примарној бити разних особина. Кад главна или примарна струја пролази кроз дебелу и кратку жицу, а око ње се налази намотана танка и дугачка жица, онда се у овој последњој жици јавља индукциона струја много веће потенцијалске разлике, него што је примарна струја. И обратно, ако кроз танку а дугачку жицу проведемо струју високог потенцијала, онда ће се у дебелој и краткој жици јавити струја ниског потенцијала.

Ево како ћемо то моћи најпростије разумети. Нека примарна струја интензитета i и пот. разл. e прође кроз један завој кога је отпор o . Поред тога завоја налази се други један такав исти, и у њему ће се јавити секундарна струја истих особина као и примарна, т. ј. биће за секундарну струју по Омовом закону

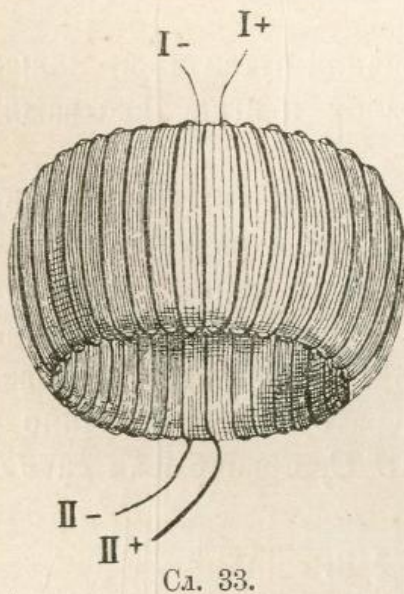
$$i = \frac{e}{o} \text{ или } e = io$$

Место једног секундарног завоја узмимо два: отпор у та два завоја биће очевидно два пут већи ($2 \cdot o$) него мало час, према томе имаћемо сад другу секундарну струју:

$$i = \frac{e_1}{2 \cdot o} \text{ или } e_1 = 2 (io)$$

а то значи да је сада потенцијал два пут виши него мало час.

Према томе у колико више умножавамо број завоја секундарног калема т. ј. у колико више повећавамо отпор његов, у толико ће секундарна струја бити вишега потенцијала. На основу тога правила направљене су справе, које се називају *трансформатори* и помоћу којих ми



можемо према потреби претварати или трансформирати наизменичне струје из ниског потенцијала у високе и обратно, пропуштајући примарне струје кроз дебелу или кроз танку жицу.

Такав један трансформатор у најпростијем свом облику имамо на слици 33. Да би се постигло што је могуће јаче индукционо дејство, примарна се жица намота око гвозденог језгра, које је обично састављено из појединих гвоздених жица или плоча. Око примарне се жице затим намота секундарна. На нашој слици је примарна жица I I, танка и намотана око гвозђа а секундарна II II, дебела са малим бројем завоја намотана је око танке.

Овим се справама струја само један пут трансформира и то је у највише случајева довољно за практику. Никола Тесла је, овим путем до

извесне висине трансформирану струју провео кроз други примарни калем и из другог секундарног калема добио струје веома високих потенцијала и сасвим нових особина, које су важне са теориског гледишта али које у пракци нису нашле бар до сада важних промена. То су тако зване „Теслине струје,“¹⁾

IX.

Имајући на расположењу све потребне податке за пренос снаге или рада на даљину помоћу електричне струје, ми ћемо у кратко извести принцип тога преноса.

Све динамоелектричне машине, биле оне за једносмислену или наизменичну струју уопште (па дакле и за трифазну) *повратне су или реверзивне*. То значи, ако ма којом снагом са стране (воденом, парном и т. д.) окрећемо индуктор у динамо машини, постаће у машини електрична струја, као производ оне утрошене моторне снаге. И обратно, ако у једну динамо машину унесемо готову струју, онда ће се индуктор те машине обртати и вршити сваки онај рад који му ми одредимо, и који његовој снази одговара. Кад динамо машина производи струју назива се *генератор* а кад струјом врши механички рад, назива се *електромотор*. Са те важне особине тих справа ми можемо сваку динамо машину употребити као генератор и као електромотор. Овде се од прилике дешава оно исто што видимо код точка једнога вентилатора. Ако ма којом механичком снагом станемо брзо окретати лопатице једнога вентилатора, он ће изазвати ваздушну струју или ветар извесне јачине. Ако ту ваздушну струју кроз једну цев одведемо даље па је пустимо да удара о исти такав само мало лакши точак, она ће тај точак покренути и он ће моћи у извесним приликама вршити какав користан рад. Ово би био аеродинамички пренос снаге на даљину.

Пошто је пренос снаге на даљину електричним путем много лакши и кориснији но ма којим другим путем, с тога он и игра тако важну улогу у данашњој електротехници.

При сваком па дакле и при електричном преносу снаге на даљину имамо да водимо рачуна о овим трима вредностима: о раду који генератор произведе, о раду који мотор прими, и о раду који се приликом преноса на путу изгуби, јер се по себи разуме да ће рад, који мотор прими и на себи покаже, бити увек мањи од онога, који је генератор произвео и који је са полазне станице пошао. Ако генераторов рад означимо у волтамперима или ватима са $J_0 E_0$, моторов са $J_1 E_1$, а изгубљени са JE имаћемо, да пренесени рад у мотору износи

$$J_1 E_1 = J_0 E_0 - JE = J_0 E_0 - J^2 R.$$

ако се R означимо отпор у спроводнику који спаја генератор са мотором.

¹⁾ О овим струјама види „Никола Тесла и његова открића“ од Ђ. М. Ст. 1894.

Цео се задатак своди на то, да се посао тако изведе, како би губитак J^2R био што мањи. Отпор R за известан одређени материјал (рецимо бакар) расте са дужином спроводника а опада са пресеком. Дужину спроводника не можемо смањивати јер она зависи од остојања она два места између којих рад преносимо. Остаје нам дакле да повећавамо пресек спроводника; али и у томе има границе, јер повећавањем пресека спроводника расте тежина спроводног материјала а с тим и цена спроводне линије, која може испасти врло скупа.

Боље је дакле смањивати интензитет струје и то тим пре, што онда губитак опада са квадратом смањеног интензитета. Али пошто производ JE остаје сталан, онда смањивањем интензитета морамо повећавати потенцијал. Цео се задатак преноса снаге на даљину са економског гледишта своди на употребу струја високих потенцијала и слабог интензитета.

Да би ова ствар, која игра капиталну улогу у преносу рада на даљину, била јаснија, узмимо као пример извршени пренос рада између Лауфена и Франкфурта о коме је раније било говора. Водена снага кретањем једне турбине произвођила је у Лауфену на генератору, електричну снагу од 300 парних коња или 200 киловата (у округлој цифри), и она се имала пренети у Франкфурт на даљину од 175 километара. Ако употребимо једносмислену струју или обичну (монофазну) наизменичну струју, имаћемо два спроводника, т. ј. 350 километара спроводника. И сад можемо задатак решавати на ова два начина.

Дозвољавамо у напред губитак од 10% у спроводницима, и тражимо дебљину њихову. Међу тим ми горњу снагу од 200 киловата можемо пренети на разне начине:

са 100 волта и 2000 амп.	= 200000 ва.
или са 1000 " 200 "	= 200000 "
" " 10000 " 20 "	= 200000 "

премда нису искључене и друге комбинације.

Спроводник од бакра, који би горњу снагу имао пренети на дату даљину под потенцијалом од само 100 волта, морао би бити толико дебео, да се на ту комбинацију не смемо ни зауставити јер и за струју од 10000 волта, морали би узети спроводнике од преко 15 милиметара дебљине а то би захтевало огромне капитале само за бакарне спроводнике. Кад би струју попели на 27000 волта са преко 7 ампера, спроводник би био 5 милмет. дебео и изнео би 60000 кгр.

На други начин можемо овако наћи најповољније решење. Узимамо одмах спроводник од 4 милим. у пречнику; његов отпор на горњој дужини износи 500 ома. а то значи, сваки ампер струје, који кроз спроводник прође утроши 500 волта електромоторне снаге. Прва комбинација са 2000 ампера била би немогућа, јер та струја захтева $2000 \cdot 500 = 1000000$ волта напона. Тако је исто немогућа и друга комбинација јер захтева $200 \cdot 500 = 100000$ волта. По трећој комбинацији било би $20 \cdot 500 = 10000$

волта дакле управо онолико колико имамо а то значи, да би се сва струја утрошила на загревање спроводника и ништа не би добили на другом његовом крају. Узмимо најзад струју од 10 ампера и 20000 волта, онда би губитак изнео $500 \cdot 10 = 5000$ волта, и остало би нам на расположењу 15000 в. т. ј. 75%. Кад би тај пренос извршили кроз спроводник од 5 мм. у пречнику а са струјом од 20000 волта и 10 амп. добили би на другом крају 85%.

У самој ствари пренос снаге између Лауфена и Франкфурта извршен је трифазном струјом, кроз три спроводника од по 4 милиметра дебљине. Генератор окретан турбином од 300 коња дао је трифазну струју, која је у свакој грани имала 1400 ампера и 50 волта. Целокупна снага за пренос износила је 200 киловата. Овако се ниска струја није могла преносити, за то је морала бити трансформирана нарочитим трансформаторима на 600 пута виши потенцијал и под тако високим потенцијалом пренесена у Франкфурт. Тамо је понова трансформирана и спуштена на потенцијал од 100 волта да се под тим потенцијалом троши. Корисност овога преноса износила је 72% до 75%.

Као што се види за економско решење питања о преносу снаге, потребне су струје високог потенцијала; тај је потенцијал у толико виши у колико је даљина преноса већа. Динамо машине за једносмислену струју могу дати непосредно доста високе потенцијале, и могу се до извесних граница употребити за преносе на веће даљине, премда се, сем неколико покушаја, у последње време не употребљавају за велике даљине.

Наизменична струја у опште а специјално трифазна, која иначе има знатну превагу над обичном наизменичном струјом, може не само изаћи из генератора под високим потенцијалима него се трансформаторима може лако пењати на врло високе потенцијале. Без икакве сметње, трифазни генератори дају директну струју до 10000 волта а и више и та се струја може директно без трансмирања преносити на даљине од 20 и 30 па и више километара на доброј економској подлози.

Што се тиче конструктивне стране динамо машина ма које врсте, имамо да нагласимо, да су динамо машине већ давно изашле из периоде пробања и несигурности; њихови су органи у основи много простији но код парних машина и прорачунавање њихово се изводи са већом сигурношћу но код парних машина. Данас се са сигурношћу до на 3% или 2% а и мање изводи једна динамо машина која у свему одговара постављеним условима који се односе на брзину, на њену снагу и на корисност.

Генератори се праве за најразличитије снаге почев од 1 или два парна коња за мале електричне потребе па до 2000, 3000 па и 5000 парних коња. Огромне масе тих машина окрећу се сасвим правилно и издржавају без икакве штете највеће промене у потрошњи струје коју

производе. Њихово одржавање сведено је на најмању меру и узроци за не-срећне случајеве готово не постоје.

Прве динамо машине морале су се обртати врло брзо; данас се оне према потреби могу обртати врло споро па да ништа не изгубе од своје моћи. Нарочито у вези са турбинама, динамо машине су веома прилагодне справе, јер могу функционисати према потреби са врло малим брзинама обртања (сишло се до на 27 обрта за минут) као код малих падова воде, као и са врло великим (1000 и више обрта за минут), кад су турбине на врло великим падовима. Једном речи динамо машине *изведене како треба*, спадају међу најсавршеније индустријске справе.

X.

За све до сада извршене преносе снаге на даљину помоћу електричне струје, као и за њено гранање, употребљени су спроводници од бакра, јер тај метал врло добро спроводи струју и сразмерно је ниске цене. У последње време јавља се као велики конкурент у том погледу алуминијум, јер инсталације изведене на истој основи као и са бакарном коштају јевтиније кад се изведу са алуминијумом.

Алуминијум има ту добру страну што се на ваздуху не оксидише и што је специфички знатно лакши од бакра, јер је специф. тежина бакра 9, а алуминијума 2·7. Међу тим је спроводљивост за струју код алуминијума слабија према бакру и стоји као :1·71. То значи да пресек алуминијумског спроводника мора бити 1·7 пута већи од извесног пресека бакарног спроводника па да се струја под истим условима пренесе кроз алуминијум под којим би се пренела кроз бакар. Али како је алуминијум лакши, то се са 0·5 тежине алуминијума постиже исти резултат у електричном погледу.

На дан упоређења ових података коштало је 100 кгр. бакра 242 дин. у зл. а 50 кгр. алуминијума 184·30. Према томе инсталација изведена са алуминијумом коштала би 40% јевтиније.

Свакако не треба мислити да се у свима случајевима може бакар заменити алуминијумом. Сматрали смо за дужност само да скренемо пажњу на ову важну замену бакра алуминијумом, међу тим се то питање мора решити за сваки случај засебно.

XI.

Питање о преносу нарочито водене снаге на даљину помоћу електрике, повољно је утицало и на најважнији елемент за хватање водене снаге: на турбину. Јер и ако је још 1839 год. Фурнејрон пронашао своју центрифугалну турбину и ако су Хеншел 1837 и Жонвијал доцније конструисали аксијалну реакциону турбину и одмах се за тим јавио Жијар са својом аксијалном турбином, конструкција турбина остала је

у Европи скоро на истом ступњу све до почетка 1890 год. Истина, јављала су се овда онда извесна усавршавања појединих делова турбинских али важних напредака није било и то из простог разлога, што није било потребе за тим.

Тек од како је искрело питање о преносу снаге на даљину помоћу електрике, опажа се живљи покрет међу конструкторима турбина. До тог доба само су турбине са врло великим падовима воде могле постићи велики број обртања, па како се тражи, да се по могућству оса турбине споји непосредно са осом динамо машине (која се у опште узев врло брзо окреће), то је било потребно да се турбине усаврше тако, како би и при средњим па и малим воденим падовима имале што већу брзину. То су питање повољно решили Американци Францисовом турбином, која је истина пронађена још 1850 год. али на коју Европљани нису све до скоро обраћали велику пажњу.

Тек у последње време озбиљно је прихваћена у Европи конструкција Францисове турбине и усавршавањима које су јој дали француски а нарочито италијански инжињери и то Калцони у Болоњи и Рива у Милану, она се може прилагодити свима разноврсним потребама, које електротехника од турбине тражи.

Упоредо са тежњом, да се код турбина повећа брзина обртања ишла је и тежња да се створе што је могуће веће машинске јединице. До 1890 год. турбине јаче од 300 пар. коња спадале су у реткости; данас пак турбине од 1000, 2000 па и 3000 парних коња налазе се у многим европским хидроелектриним инсталацијама употребљене.

Па и у другом погледу изменили су захтеви електротехнике, извесне конструктивне појединости код турбина. Пређе су се турбине са хоризонталном осовином налазиле само по нужди код врло високих водених скокова; данас се за све потребе електричне, турбине другојаче и не праве па ма колики скок воде био. Шта више, пређе су турбине спуштане ниско, у тамне коморе, тешко приступачне; данас су оне на суву, више метара изнад доње водене површине и на истој висини са динамо машинама чинећи са њима једну хармоничну целину.

Једна важна тачка, за правилан ход турбина без сумње је њихово регулисање и прилагођавање према променљивости рада који имају да врше. Прве су турбине биле гломазне, њихово кретање скопчано са великим трењем и њихово терећење више или мање стално, с тога и регулисање њихово било је од секундарног значаја. Данас су турбине врло усавршене справе, трење сведено на најмању меру и њихов се рад према потреби мења у широким границама. Нарочитим, врло осетљивим регулаторима па дејствовали аутоматски (хидрауличним или електричним путем) или не, кретање се турбине може прилагодити свакој могућној потреби и то је један од најважнијих успеха остварен за последњих неколико година од стране конструктора турбина.

За последњих 8—10 година већи је напредак у конструкцији турбина постигнут, више је принципијелних новина уведено но за 30 година пре тога. Међу свима реакционим турбинама, за средње и ниске падове прво место заузима Францисова турбина, која се врло лако може прилагодити не само одговарајућем паду воде и потребном броју обртања него и тачном и економском регулисању. За високе падове остаје и сада као и пређе најзгоднија Жирарова турбина а Пелтоново коло¹⁾.

XII.

Пренос енергије на даљину данас је дефинитивно решен и то нај-економније само помоћу електрицитета. Истипа је, да се рад може преносити и другим путем, на пр. сабијеним гасовима и водом под притиском као и телодинамичним кабловима. Али тим се начином може рад пренети само на врло мале даљине и за мале количине рада; поред тога сви су ти начини мање корисни економски од електричног. Јер док се у истим приликама, електричним преносима добија 80% првобитне снаге, дотле сабијени ваздух преноси само 35% (или 55% кад је загрејан). Телодинамични каблови имају губитка 4% на сваких 100 метара даљине и у опште не могу се простирати далеко, а вода под притиском преноси 60% примљенога рада.

Први пут је покушао Х. Фонтен, (Hippolyte Fontaine) да електриком пренесе снагу на даљину приликом бечке изложбе 1873 г. Он је на изложби кретао електричним мотором један центрифугални шмрк, избацујући воду на извесну висину. Строго узев, овај се експериментат пре може сматрати као практичан доказ реверзивности динамо машина а не толико као покушај преноса снаге, пошто је снага за мотор узета из генератора кога је на самој изложби кретала пара.

Први несумњиви покушај за пренос снаге учинио је Марсел Депре (Marcel Deprez) на минхенској електричној изложби 1882 год. Снага је пренесена из Мисбаха у Минхен на даљину од 47 километара. Пренесени је рад био слаб, јер од сваког парног коња који је давао генератор у Мисбаху, стигло је у Минхен само четврт коња. Као што се види покушај је слабо испео за руком и то због несавршености машина за напоне у оно доба огромне од 1343 волта.

Идуће године Марсел Депре понавља тај експериментат у Француској између Буржа (Bourget) и Париза (17 километара). Спроводник је био обична телеграфска жица. Генератор је давао струју од 1290 волта и рад од 6·20 коња; у Париз је стигло од тога 2·03 коња. Године 1884. те су пробе поновљене између Креја (Creil) и Париза са струјама од 5 до 6000 волта и корисношћу од 40%.

¹⁾ Prof. R. Thomann — Die Entwicklung des Turbinenbaues mit den Fortschritten der Elektrotechnik.

Године 1887 швајцарско друштво Ерликон, пренело је снагу од 50 коња на даљину од 8 километара кроз две жице од 6 мм. а помоћу струје од 2000 волта; корисност је била 75%. Пробе чињене 1889 и 1890 год. у Француској дале су 60% и 65%.

Међу тим, питање о преносу снаге на даљину, дефинитивно је решено преносом из Лауфена у Франкфурт о коме је раније било говора. Овај се пренос мора сматрати као полазна тачка једне нове индустрије, индустрије електричне, која се од тог доба почела развијати ванредном брзином и за коју би желели да припремимо терен, како би се у нашој земљи развијала са исто толиким успехом, као и на другим местима.

До године 1890 и 1891 електрична је енергија преношена искључиво помоћу једносмислених струја; од тог доба па до 1897, води се борба између једносмислених и наизменичних струја, јер тек од како су Ферари и Тесла показали могућност полифазних наизменичних струја, могле су се ове струје употребити за пренос енергије. У прво доба, код преноса наизменичном струјом, генератори дају струју нискога напона, која се одмах по изласку из генератора, претвара трансформаторима у висок напон и тако трансформирана преноси даље. Од 1897 год. на овамо, генератори дају наизменичне струје (махом трифазне) врло високих потенцијала од 13000 а у последње време и од 20000 волта и таква се струја, преноси непосредно из генератора без претходне трансформације. Трансформација се врши само на крајњој станици за спуштање струје на низак потенцијал потребан за потрошњу.

У Европи се прва користила стеченим искуством за пренос енергије, Швајцарска, служећи се најпре једносмисленом а за тим наизменичном струјом. Најважније постројење са једносмисленом струјом налази се у Локлу и околним местима и струја се пење до 10000 па и 14000 волта¹⁾.

Још су се брже развијале и множиле инсталације са наизменичном струјом. Међу њима је најважнија она у Женеви, а са друштвеног гледишта најинтересантнија је инсталација на швајцарско-француској граници у Гул-у на реци Дубу од 4000 парних коња. Са тог места струја се разводи на све стране у двајестину села швајцарских и француских. У сваком селу намештен је у једној малој кули трансформатор, који струју спуштеноу на нижи потенцијал шаље у две мреже, једну за осветљење и другу за моторну снагу. У сваком селу има по један надзорник, који наплаћује струју, продаје лампе и води надзор над целом мрежом. Цела мрежа износила је крајем 1896 год. око 160 километара.

Да споменемо између великог броја осталих инсталација једну, која се одликује тиме, што су поједини комади падова једног истог потока

¹⁾ A. Blondel, De l' utilité, publique des transmissions électriques d' énergie Annales des Ponts et Chaussées, 1898, 1899.

уступљени неколиким општинама. Поток Рез, у коме протиче у средњу руку 1500 литара воде за секунду и који се улива у Њушателско језеро, подељен је у свом стрменитом делу на неколико комада па је један од 17 метара, уступљен једној, други од 52·50 мет. другој општини; трећи комад од 91 мет. уступљен је трима општинама међу које су Локл и Њушател.

За Швајцарском су пошле Француска, Италија, Немачка, Аустро-Угарска и друге државе. Ми ћемо се код неколико само најважнијих инсталација задржати.

Једна таква инсталација у Лансеју (близу Гренобла) од 1000 коња, на реци Изеру, шаље електричну струју на даљине веће од 40 километ. и растура је у једно педесет околних села. Напон примарне струје достиже 12000 волта.

Цена струје за осветљење сведена је на врло малу меру. Једна сијалица од 10 свећа продаје се одсеченом ценом од 20 динара годишње. Сељанима даје Друштво пет сијалица и то 4 од по 5 свећа за вајате и и штале и једну од 10 свећа за собу за 55 дин. годишње¹⁾.

Најдаљи пренос струје у Француској извршен је на Везеру одакле се преноси трифазна струја од 2—3000 коња у Брив, Тил и Лимож, дакле до ове последње вароши 75 километ. далеко са потенцијалом од 20000 волта.

У департману Лоаре, постоји једна инсталација која даје струју сељанима у околини Сент Етијена. Струја се троши по селима за ткање пантљика и шаље се до на 40 километара даљине. Цела мрежа износи 100 километара.

Ово предузеће продаје струју за осветљење по цени од 18 до 36 динара годишње за лампу од 10 свећа а моторну снагу по 600 дин. годишње (за $\frac{1}{2}$ коња) а по 360 динара коња (за 20 коња). Мотори највише употребљени по тим сеоским радњама јаки су $\frac{3}{4}$ коња. Друштво даје онима, који не могу моторе да купе, своје моторе под кирију а по цену од 1 динара за сваки разбој и за месец дана. Сваки такав радник има у својој кући обично више разбоја, којима управљају његова жена и деца док иначе, ручним радом могу кретати разбоје само одрасли.

На немачко-швајцарској граници прво место заузима инсталација у Рајнфелдену на Рајни²⁾. На томе је месту великом браном преграђена Рајна и тако заустављена вода дели се на двадесет комора и у свакој од њих креће по једну јаку турбину са трифазним генератором.

На тај начин ухваћено је водене снаге за 15000 парних коња. Да би се имала приближна слика о величини те инсталације наводимо, да

¹⁾ Vivarez, Les phénomènes électriques etc. p. 275.

²⁾ Die Kraftübertragungswerke zu Rheinfelden.

једна турбина и њена динамо машина тежи 118000 килограма и да је само онај део који се креће тежак 70000 килограма.

Овде се струја шаље на све стране по простору који обухвата више од 30 километара у пречнику, између Цела (22 километра на север) Базела, Секингена и Грелингена.

Да наведемо једно слично предузеће, код Аугсбурга на реци Леху. Нарочито је важно код овог предузећа, што се вода одведена браном од 80 метара дужине, води 7·3 километара каналом од 35 метара ширине и 3—4 метра дубине, да би се код централе добио целокупан пад од 10 метара¹⁾. Снага воде износи око 5000 парних коња.

Оскудица у угљену и његова висока цена нагнала је рудничка предузећа у Блајбергу у Аустрији, да се користе воденом снагом потока Неча (Nötsch) и да је електричним путем пренесу и употребе у рудницима како за осветљење тако и за рударске послове. Најмања количина воде износи 350—360 литара на секунду, а средња 7—800 литара.

Вода ухваћена браном, води се најпре кроз тунел дужине 452 метра и пресека 4.5 кв. м. за тим кроз отворен канал дужине 300 метара. Како тунел тако и канал највећим делом проведени су кроз стену. На тај начин добијени пад воде износи 80 метара; она креће једну турбину од 285 пар. коња. Снага се преноси на 8 км. даљине и разводи на једну и другу страну скоро на сваких 5—600 метара²⁾.

Једна врло важна, хидроелектрична централа подгнута је крајем 1898 год. у Италији и то на реци Ади (Adda) код Падерна, у циљу преноса струје у Милано (34 км.) и Монцу.

Једном браном од 130 метара одведена је вода у канал од скоро 3 километра дужине до централе, добивши на тај начин пад око 25 метара. Канал пролази кроз три тунела од 405 + 276 + 1005 мет. дужине.

Из канала се, на његовом крају, вода одводи цевима од преко 2 метра у пречнику у турбине Францисовога система са хоризонталном осовином, од по 2160 парних коња снаге, које су непосредно спојене с динамо машинама исте јачине. Осовине турбина као и динамо машина налазе се од прилике 4 метра изнад средње воде у одводном каналу. Динамо машине дају трифазну струју од 13000 волта премда могу дати при бржем обртању и струју од 21000 волта. Струја од 13000 волта преноси се у Монцу и Милано и за целокупни пренос предвиђено је 6 трифазних линија од по 3 бакарне жице у свакој и од по 9 мм. у пречнику. Ових шест линија имају се подићи на два реда решеткастих металних стубова, тако да сваки ред носи три линије (девет жица). Сад су изведене само три линије, јер су од седам предвиђених група турбина и динамо машина извршене четири групе.³⁾

¹⁾ Elektrotechn. Zeitsch. 1901, XXII.

²⁾ O. Neuburger — Die Elektrische Kraftübertragung in Bleiberg.

³⁾ Ing. W. Zuppinger — Die elektrische Kraftübertragungs-Anlage Paderno d' Adda — Mailand.

XIII.

Прошле 1900 год. Немачко Електрохемијско Друштво држало је свој конгрес у Цириху и између осталих послова, посвршаваних на њему, инжињер О. Милер из Минхена, изнео је једну важну студију о преносу снаге добијене угљеном, водом или и једним и другим путем. Снага коју треба произвести и пренети износи 6000 парних коња подељених на пет јединица од по 1200 коња. Шеста таква јединица служи за резерву. Милер је упоредио ове комбинације: 1, чиста хидраулична инсталација, која је под његовом управом изведена у Бренеру. 2, хидраулична са парном. Овде се претпоставља да се горњих 6000 коња могу добити само за осам месеца годишње а да за два месеца даје 4800 п. к. а за остала два само 3600 п. к. С тога се намештају још две парне машине од по 1200 коња од којих једна ради само два, а друга четири месеца годишње. 3, Чиста парна инсталација од 6000 п. к. подељених на пет јединица од по 1500 п. к. али да једна служи као резерва. Пару дају 16 парних генератора (4 за резерву) од по 385 кв. мет. површ. грејања. 4, Парна инсталација, али се пара производи сагоревањем гасова добијених производњом кокса или из топионица које дају дневно 400 тона растопљеног метала. Гасних мотора предвиђа седам од по 1000 коња, од којих је један за резерву.

Цифре употребљене за упоређење ових комбинација нису теоријске већ узете из праксе и према пијачним ценама за угљен и остало. За хидраулично постројење узео је суме издате за постројење у Бренеру, и ту је рачунао и суму дату за земљиште, као и плаћено право за употребу воде. Цене парних постројења узео је из своје праксе. Што се тиче гасних мотора, које ми овде наводимо само ради потпуности прегледа (јер се они нас не тичу), потребни су податци узети од друштва Deutsche Kraftgesellschaft.

Снага произведена ма којим од горњих начина има се пренети 10 километара далеко електричним путем и то струјом од 10000 волта.

Пошто је овако задатак постављен, писац у табеларним прегледима износи цене коштања подељене на групе. На прво место узима у рачун коштање земљишта, као и инсталационе трошкове за турбине, односно парне или гасне машине, и одређује цену коштања једног парног коња добијеног на осовини одговарајућег мотора. Тако налази, да један парни коњ кошта у I комбинацији (само хидраулична снага) 334 дин., у II (хидраулична и парна заједно) 434 дин., у III (само парна) 375, а у IV (гасна инсталација) 400 дин.

За тим се наводе издатци за постројење електричних машина и потребног прибора и налази се да један електрични коњ на табло-у у централи кошта у I случају 583, у II, 749; у III, 646; а у IV, 681 дин.

Сад се овако добијена снага у централни, преноси на исти начин 10 км. далеко; ту се она из наизменичне високе струје претвара у наизменичну ниског напона, односно у једносмислену и налази се да један електрични коњ, у секундарној станици, дакле на месту употребе кошта а) за *наизменичну струју*: у првом случају свега 754 дин; у другом 932 дин., у трећем 825 дин. и у четвртном 860 дин. и в) за *једносмислену струју*: у првом случају свега 1062 дин; у другом 1277; у трећем 1150 дин. и у четвртном 1190 дин.

Међу тим економска вредност једног или другог начина добијања електричне струје, не цени се само по трошковима око инсталације већ и по текућим трошковима за експлоатацију.

Писац претпоставља да свака горња инсталација ради годишње 320 дана по 24 сахата, те дакле да примарна или централна станица производи годишње 46,000000 парних коњских сахати.

Интерес на капитал рачуна 4%, одржање и оправку зграда 1.5%, амортизација машина 10%. Даље је узето, да један машиниста пази на две парне машине и један ложач одржава 6 до 8 казана, кад је грејање аутоматско. Кад се ти трошкови поделе на горњи број коњских сахати онда излази да један парни коњ кошта на сахат у I случају 0.36 пара; у II, 0.51; у III, 0.76 пара а у IV, 0.81 пара. То значи, да један парни коњ добијен из воде кошта јевтиније него из паре или гаса и онда кад то гориво не кошта ништа и то очевидно због трошкова за послугу парних и гасних генератора и машина.

Међу тим по себи се разуме, да треба узети у рачун и набавку угљена па и онда, кад је парна централа у самом угљеном руднику и кад се као гориво употребе само отпаци, јер чим ти отпаци постану употребљиви одмах нису више бесплатни па ма то било само због преноса до парне централе.

Узмимо да горње парне машине троше 8.3 кгр. паре на једног коња и на сахат и да 1 кгр. угљена произведе 8 кгр. паре; онда значи да сваки парни коњ на сахат троши 1 кгр. угљена. Цена угљена варира од 6.25 до 18.75 дин. тона, дакле у средњу руку 12.5 дин. тона. На против за мешовите инсталције (водена и парна снага) угљен, због транспорта махом незгодних и далеких, кошта од 25 до 50 дин. тона.

Због преноса на даљину од 10 км. узето је да од 46 милијуна сахатних коња остане 48.8 милијуна. Један парни коњ рачунат је по 683 волта, те онда значи да је пренесено 31.5 милијуна киловат-сахати који се свде на 29 милијуна ако струја остане наизменична, а на 24.25 милијуна киловат-сахати ако се из ње добија једносмислена струја. Према свему томе ево шта кошта један сахатни коњ снаге или један киловат-сахат струје, на таблоу секундарне станице, т. ј. на месту потрошње:

Коштање ек- сплоатације из- ражено у парама дин.	I	II			III			IV		
	Водена снага	Водена и парна			Парна снага			Гасни мотори.		
	5 турбина по 1200 п. коња и у резерви једна турб од 1200 к.	5 турб. по 1200 п. к. 2 пар. маш. по 1500 п. к.			4 машине по 1500 п. к. 1 маш. у рез. од 1500 п. к.			6 машина по 1000 п. к. у резерви 1 маш. од 1000 п. к.		
		цена 1 кгр. угљ.			цена 1 кгр. угљ.			цена 1 к. м. гаса		
		2·25	3·75	5·0	0·625	1·250	1·875	0·125	0 250	0·375
Један ефект. парни коњ на са- хат кошта :										
На осовини при- марне машине .	0·36	0·76	0·89	1·01	1·39	2·01	2·64	1·25	1·69	2·10
На осовини се- кунд. машине (на 10 км.) . . .	0·81	1·35	1·50	1·66	2·12	2·90	3·69	1·94	2·49	3·04
Киловат сахат кошта :										
На таблоу при- марне стан. (цен- трала)	0·74	1·35	1·54	1·71	2·24	3·15	4·06	2·01	2·65	3·29
На таблоу се- кунд. станице (на 10 км.) наизмен. струја	0·92	1·57	1·77	1·96	2·55	3·54	4·52	2·31	3·01	3·70
једносм. струја	1·46	2·25	2·49	2·72	3·41	4·60	5·79	3·11	3·94	4·70

Цифре у овој табlici говоре саме и није потребно да се специјално објашњавају. Можемо само напоменути да један парни коњ пренесен на 10 км. далеко, кошта много јевтинје кад је добијен из воде него исто толика снага добијена паром или гасом, на месту произвођења.¹⁾

XIV.

Електричне инсталације за пренос снаге, извршене у Америци над-машиле су све оне изведене у Европи. Далеко би нас одвело да их све ма и површно описујемо; ограничићемо се само на оне, које се ма у ком погледу између осталих нарочито истичу.

Најдаљи пренос енергије у Сједињеним Државама извршени је између Огдена и Салтлек-Сити, који је најпре изведен на 58 километара са струјом од 15000 волта, а за тим на 110 килом. и струјом од 25000 волта. За тим од Плавог Језера у Стоктон 63 километра; Сакраменто 79 км; Окланд 156 км. Највиши потенцијал примењен за поједине пре-носе износи 40000 волта из Прова у Меркур (78 килом.). За пренос од Редланда до Лосангелоса (Калифорнија) узета је струја од 33000 волта за даљину од 145 километара.

Али најграндиознији пример употребе водене снаге за производњу електрике и њен пренос на мале и велике даљине, без сумње је онај

¹⁾ L' Eclairage Electrique, 1901, N°. 1.

на нијагариним водопадима. Целокупна снага тих водопада цени се на 7 до 10000000 коња а хвата се поступно онолико за колико се потреба укаже. До краја 1897 год. већ је било употребљено око 30000 коња. Прва продаја струје почела је 14 Августа 1895 и већ 1896 пренесено је 1000 коња у Буфало на 35 километара далеко. Крајем идуће 1897 пренесено је у ту варош 10000 коња а ваздушна линија спремљена је да пренесе 40000 коња. Струја трифазна шаље се под напоном од 10000 и 20000 волта а у вароши се претвара у једносмислену струју од 550 волта и ниже за трамваје и остале потребе.

Ово је предузеће преноса струје у Буфало нарочито с тога важно, што је Буфало варош у којој парна снага добијена из угљена кошта најјевтиније у целом свету, пошто је цена угљену у тој вароши 8 динара тона. У тој вароши кошта један парни коњ добијен из угљена, 165 дин. годишње кад ради 11 сах. дневно, а 255 дин. за 24 сахата. Међу тим иста снага пренесена електриком са Нијагаре кошта у Буфалу 104 дин. за 24 сахата. За трамваје електричне продаје се струја 180 дин. парни коњ на годину.

Завршујући овај кратки преглед изведених инсталација у појединим важнијим местима, у Европи и Америци, да се зауставимо код једног постројења које надмаша сва до сада наведена у погледу даљине преноса. Крајем 1899 године отворена је таква једна хидроелектрична централа у Калифорнији, од 16000 пар. коња. Вода узета из реке, води се јазом-каналом у дужини од 12 километара и њоме добијена струја шаље се на до сада нечувену даљину од 225 километара. Струја, која излази из машина под напоном од 2400 волта, претвара се трансформаторима на потенцијале од 40000, 50000 и 60000 волта. У почетку је узета струја од 40000 волта, а ако се констатује да губитак у линији пређе 10⁰%, узеће се они виши потенцијали.

Струја се на даљину од 225 км. спроводи у два засебна вода; један је састављен од бакарних жица од по 9.25 мм. дебљине, а други од алуминијумске плетенице исте спроводљивости. Стубови од кедрових дрвета, високи 10.5 мет. постављени су на сваких 40 мет. даљине. По себи се разуме, да се дуж целе пруге, свакоме месту, поред кога линија пролази даје потребна количина струје. Вредно је код овога преноса напоменути још и то да спроводници прелазе преко једног мореуза од 1.5 км. ширине; преко мореуза воде челични спроводници од по 21 мм. дебљине и то њих четири, тако да три служе за струју а четврти као резерва.¹⁾

На послетку, у ниже изложеном табеларном прегледу виде се сва важнија постројења за пренос енергије електричном струјом на веће даљине (преко 10 км.) и то у Француској, Швајцарској и Америци.

¹⁾ Elektrotechnische Zeitschrift 1901, XI.

ГОДИНА ИЗВО- БЕЊА	ИМЕ СТАНИЦЕ	ВОДЕНА СИЛА У ПАР. КОВИМА	ВРСТА СТРУЈЕ	НАПОН СТРУЈЕ У ВОЛТИМА	ДАЉИНА ПРЕ- НОСА У КИЛО- МЕТРИМА
1888	Бекон (Франц.)	100	обична наиз. (моноф.) стр.	2000	15
1893	С. Виктор на Лоари	900	трифазна	5000	28 и 40
1895	Шапарјан	350	обична наизм. и триф. стр.	10000	18
1899	Пончана	2000	трифазна стр.	10000	18 и 22
1895	Ардијер	200	обична наизменична стр.	10500	14, 20, 44
1896	Бурганеф	450	трифазна стр.	7000	14
1896	Бизињи	60	обична наизменична стр.	6000	10
1896	Лијон	{ 3000 доцн. 12000	трифазна стр.	3500	»
1897	Анжен (Изер)	500	обична наизменич. стр.	12000	30
1897	Шевно (Савоја)	1500	трифазна стр.	5200	12
1892	Биберист (Швајцарска)	365	једносмислена стр.	6800	28
1894	Гул на Дубу	1500	обична наизмен. стр.	5500	34
1894	Бремгартен	1300	трифазна стр.	5000	20 и 7
1895	Буарњи	1000	јед. и обич. наиз. ст.	3000 и 5000	20
1896	Вал де Травер	750	једносмислена стр.	10400	35
1896	Комб Гаро	1600	»	14000	12 и 20
1896	Винау	3000	трифазна стр.	8000	12
1896	Арбург	1800	обична наизменич. стр.	5000	20
1806	Сил	1200	»	5000	18 и 9
1896	Рајнфелден	15000	трифазна стр.	6800	20
1897	Мотборон	4000	обична наизменич. стр.	15000	60
1897	Бурглауер	2130	трифазна стр.	7000	13
1898	Лаутербрунен	9000	»	7000	13
1898	Кле	1200	»	5000	50
1891	Телурид (Америка)	1360	обична наизменич. стр.	5000	24
1893	Хартфорд	300	трифазна стр.	7000	17-7
1893	Редланд	500	»	2500	12
1895	Портланд	1350	»	6000	22-5
1895	Андерсон	150	»	5000	11-2
1895	Монморенси	2000	дифазна стр.	5700	13
1895	Фолсон Сакраменто	3000	трифазна стр.	11000	38
1895	Сан Антонио	150	моноф. стр.	10000	24
1895	Диринг	600	дифазна стр.	8000	11
1896	Фресно	1050	трифазна стр.	11000	56
1896	Нијагара Буфало	5000	»	15000	35
1896	Биг крек	300	дифазна стр.	11000	40
1897	Пуебло (Мексика)	360	трифазна стр.	10000	16
1897	Стоктон	150	»	10000	17-6
1896	Салт-Лек-Сити	2447	»	10000	22
1897	Шамбли Монреал	16000	дифазна стр.	12000	40
1807	Троаривијер	480	»	12000	27
1897	Огден Ривер	7500	трифазна	{ 16000 и 27000	61 и 110
1897	Плаво Језеро	10000	дифазна	11000	80 и 156
1897	Меканиквил	5250	трифазна	12000	39
1897	Алдривер	250	дифазна	6000	12
1897	Сантантони	2800	трифазна	11000	16
1898	Телурид	750	»	26000	50 и 88
1898	Редланд	3000	»	30000	136
1898	Регла	1500	обична наизмен. стр.	10000	36 и 45
1898	Прово	1500	»	40000	50 и 78
1898	Ангелес	4000	»	33000	60

XV.

Цифре, које смо до сада излагали говоре врло јасно. Оне нам показују, да је пренос енергије коју у токовима и падовима воде у природи налазимо, помоћу електричне струје на мале и велике даљине, потпуно решена ствар и да се може извршити и једносмисленом као и разним врстама наизменичних струја. Због много згодније употребе једносмислене и трифазне струје за моторе обично се у последње време чини избор између те две струје и најчешће се једносмислена струја употреби кад даљина преноса није сувише велика а трифазна за веће даљине.

Што се тиче економске стране тога питања ствар од прилике стоји овако. Велике машине кад раде са приближном пуном снагом дају средњу корисност од 92%; мали мотори од 1 до 5 коња силазе на 70 до 75%. Трансформатори претварају струју са губитком 4 до 5% и ако је обично тај губитак мањи. Губитак у линији за пренос снаге, одређујемо ми сами и обично се дозвољава да тај губитак изнесе 10%. Према томе свему ево са каквом се корисношћу у разним случајевима може пренети снага ма на коју практичну даљину:

Једносмисленом струјом	83%
Наизменич. стр. са једном трансформацијом . .	78%
Наизмен. стр. са двогубом трансформацијом . .	74%.

Ови су податци резултат многобројних примера узетих из искуства и праксе, премда се, у појединим случајевима, врло лако могу постићи и веће корисности.

Што се даљине преноса тиче видели смо, да та даљина прелази 200 километара и да се у обичним случајевима без нарочитих тешкоћа може извести до 100 километара. Ова могућност преноса нарочито је важна за сеоски сталеж, који не живи онако сабијено као у варошима већ више или мање растурено. Према томе електрична снага, било за осветлење било за моторну снагу, може се лако спровести до најдаљих места било из једног већег и даљег центра или из мањих а ближих центара. То значи, стављајући сеоском сталежу моторну снагу врло јевтино и то у његовој кући, подстиче се радиност и стварање и оживљавање оне мале домаће индустрије, на коју је сеоски свет доста навикнут, али коју данас на врло незгодан и врло примитиван начин изводи.

С друге стране, пошто је живот на селу у опште много јевтинији него у варошима, свака прерађевина израђена на селу наћи ће себи лакшу прођу од оне која излази из варошких фабрика, пошто је већ преносом електричним и радна снага јевтинија него у фабрикама. То ће опет учинити, да ће ослабити она тенденција, да радни свет напушта село и насељава велике индустријске центре. Наше садашње друштво пати највише од онога стања, које су створиле машине и фабрике у прошлом веку: концентрисање радника по фабрикама које налаже на касарне, ра-

сељава сеоско становништво и сиромашни га. Ми истина од тога још не патимо, али тежећи за културом морали би и сами тим путем проћи. Стварањем ситних центара око водених токова, ствараће се тако рећи породичне радионице и фабрике у којима ће радник живети боље и угодније на чистом ваздуху а не у атмосфери великих фабрика, испуњеној димом и прашином разноврсних штетних отпадака.

Са те тачке гледишта, пренос енергије електричном струјом ваља сматрати као један врло важан елеменат за побољшање модерног друштвеног стања и због тога заслужује да о њему воде рачуна не само они који се друштвеним питањима у опште баве већ и они којима је судба једнога народа поверена¹⁾. На тај се начин ствара једна нова друштвена наука: *природна економија* као најважнији део народне економије²⁾.

XVI.

И ако је познато, да су примене електричне струје веома разноврсне и у место да набрајамо разне њене примене могло би се запитати да ли у опште има рада на који се електрична струја не би могла применити, ми ћемо ипак, ради потпуности овога прегледа у најкраћим потезима напоменути најважније радове на које се она може применити.

И на првом месту да се зауставимо код електричног осветљења. Хигијенски најсавршенији начин осветљавања, електричне сијалице шире се са невероватном брзином у све слојеве друштвене, нарочито од како се електрична струја производи воденом снагом, то је и цена тога осветљења знатно спала. У Немачкој је било 1 Априла ове 1901 године 768 електричних инсталација а број сијалица намештених код појединаца 3,400.000. Пламених лампи од по 10 ампера било је 64.278; електрични мотори за разне механичке радове представљали су снагу од 141.414 пар. коња. Инсталација на води било је 73 које представљају снагу од 15350 киловата¹⁾.

Поред електричних инсталација у великим градовима, нарочито ваља да истакнемо ширење електричног осветљења по селима швајцарским и француским. Готово свака воденица иоле добро изведена претвара се у хидроелектричну централу и кроз неколико спроводника шаље се и грана струја у околне сеоске куће, вајате, и т. д. Ове сеоске инсталације за осветљење као и за моторну снагу су од веома важног социјалног значаја како због увођења хигијенски најсавршенијег начина осветљавања тако и због поступног увођења савршенијег начина за обраду сировине и развијања ситне домаће индустрије као и због примене струје у земљорадњи. Према томе ваљало би свим силама настати да се употреба електричне струје и код нас што је могуће више у народу одомаћи користећи

¹⁾ A. Blondel. loc. cit.

²⁾ E. Bendt. „Der Drehstrom“ p. 38.

¹⁾ Elektr. techn. Zeitschrift 1901. N^o. 36.

се већим или мањим потоцима и рекама, као што ћемо о томе даље опширније говорити.

Поред осветљења, веома је важну примену нашла електрична струја у иностранству у електрометалургији и електрохемији. Поред галвано-пластике и злаћења, сребрења, бакарисања помоћу електричне струје, најлакше се чист бакар из својих руда сада одваја електричном струјом. Више од 40 фабрика израђује бакар електролитичким путем. Европске рафинерије производе 20 до 30 тона бакра дневно а саме американске 120.000 тона годишње. На исти се начин рафинира злато, платина, калај и т. д. а нарочито алуминијум, који се сада готово искључиво добија из својих руда помоћу електрике. На саму производњу алуминијума потрошило се у 1898 години снага од 38000 парних коња и произвело 9000—10.000 тона. Године 1894 произвело се само 745 тона алуминијума.

Уз то ваља споменути употребу струје између осталог на производњу карборундума или црнога дијаманта (силицијум кабрид) а нарочито калцијум кабрида из кога се после добија ацетилен.

Од особите важности за практичну механику је примена струје у електромоторима, којима се сваки могући, како најгрубљи тако и најфинији механички посао може извршити. Корисност електромотора нарочито мањих далеко је надмашила парне машине јер док корисност код малих електромотора (од $\frac{1}{8}$ до 1 коња) износи 60%, до 70%, а код великих 90% и 92%, дотле мала парна или гасна машина троши три или четири пута више угљена за сваког парног коња него велика. Поред тога, не треба изгубити из вида, да је електрични мотор увек готов да ради чим му се струја пусти, не тражи никакву нарочиту послугу и може се у брзини обртања регулисати у најширим границама.

Због тога су електромотори нашли данас најширу примену, они могу кретати и крећу све врсте алата, за израду метала, дрвета и камена, они крећу тестере, чекиће, шмркове, вентилаторе, разбоје, предioniце, шивалке, кола, штампарске машине, млинове и т. д. па онда земљорадничке справе: вршалице, вејалице, сејалице, плугове, справе за прераду млека и т. д. и т. д. Једном речи данас нема механичке справе коју не би могла кретати електрика

Употреба електричних мотора врло је јако утицала на развој електричних трамваја. Први електрични трамвај уведен је у Америци (у Ричмонду) 1888 год. Од тог доба је увођење електричних трамваја напредовало наглим корацима као што се без многих речи види и овог табеларног прегледа. У Америци је било

1 Јан. 1890 год. 1242 килом. електр. трамваја са 1239 кола.

"	1893	"	9556	"	"	"	"	13415	"
"	1895	"	14494	"	"	"	"	22849	"
"	1897	"	22949	"	"	"	"	39748	"
"	1899	"	24500	"	"	"	"	45000	"

Овај велики успех повукао је и стари свет, Европу, за собом у којој електрична вуча истина спорије али из године у годину непрестано напредује. Из овог прегледа види се стање електричних трамваја у Европи, крајем 1898 год.

Д Р Ж А В Е	ДУЖИНА ПРУГА У КМ.	СНАГА У КИЛОВАТ.	БРОЈ ЕЛЕКТРИЧН. КОЛА
Аустрија	113·2	3.604	291
Белгија	69·0	2.415	107
Босна	5·6	75	6
Енглеска	211·1	10.507	398
Ирска	22·8	646	32
Италија	146·9	6.620	318
Немачка	1402·8	30.378	3140
Португалија	2·8	110	3
Румунија	31·4	590	48
Русија	40·7	1.950	95
Србија	10·0	200	11
Швајцарска	200·7	6.665	325
Шведска и Норвешка	24·0	875	53
Шпанија	104·7	2.450	144
Француска	487·5	18.718	759
Холандија	3·2	320	14

Покушаји су чињени и то са врло добрим успехом да се електрика поред трамваја, уведе и за жељезнице. У почетку су локомотиве биле лаке па онда све теже и теже; тако на пр. при покушајима у Лондону, локомотива је имала 10·5 тона, а у Чикагу 30 тона. Године 1895 направљена је електрична локомотива у Балтимору од 90 тона и она вуче воз у тежини 1700 тона са брзином од 20 кмет. а возове од 500 тона са 60 км. на сахат. Ових дана тако рећи, довршује се електрична железничка пруга између Париза и Версаља како за путничке тако и за теретне возове.

Обично је за све трамвајске и железничке пруге употребљена једносмислена струја. Међу тим пробама извршеним у Лугану на Јунгфрау, Енгелбергу и т. д. показало се да се са успехом може употребити и трифазна струја

Електрична струја потребна за трамваје и жељезнице производи се или на појединим тачкама саме мреже или се под високим потенцијалом доводи из даљине па се на месту употребе спушта и трансформира. Такав је случај у Лугану где су употребљене трифазне струје; у Рим се доводи обична наизменична струја са даљине од 25 километ. (из Тиволи) па се претвара у једносмислену; у Дубошну претвара се трифазна струја у једносмислену а тако исто и у Буфалу куда се доводи струја са Нијагариних водопада (35 килом. даљине).

XVII.

Још одмах у почетку овога рада, напоменуто је, да основни извор свију кретања и радова природних сила лежи у сунчевој топлоти. И ако се сунчева топлота на земљи јавља и претвара на врло разне начине, ми је за наше индустријске потребе употребљавамо у главном у два облика: граматичар би казао у прошлом и садашњем времену а ми велимо у угљену и води. Угљен је сунчева топлота из прошлих времена; садашња сунчева топлота подиже воду у облике одакле она пада на земљу и силазећи, у потоцима и рекама све ниже, креће на згодним местима намештене наше справе за производњу електрике. Док првог облика сунчеве топлоте има све мање и мање, јер се само троши а не обнавља се, дотле је овај други трајан, неисцрпан, јер се непрестано и правилно обнавља.

Видели смо како је водена снага, све до појаве последњих облика електричне струје, имала према угљену секундаран значај, и како је задобила знатну превагу над угљеном од како се она помоћу електричне струје може преносити на веће и мање даљине. Да би била јаснија представа о преносу енергије помоћу електричне струје, на коме се оснива тако звана *електрична индустрија*, изнели смо у најкраћим потезима производњу и оне особине струје, које су нам за тај посао биле потребне. Примери које смо у прошлим одељцима навели, показују нам како је та најмлађа грана индустрије врло брзо ухватила јакога корена у појединим културним државама. Остаје нам сада најважнији део нашега задатка: да видимо како са људском снагом, угљеном и водом стојимо код нас у Србији, и какви су услови и изгледи, да се електрична индустрија код нас одомаћи и развије.

У опште узев, наша економија и домаћа индустрија у колико она још код нас постоји црпи своју радну снагу већином од човека и домаће стоке. Нити имамо парних плугова ни вршалица нити механичких разбоја ни предioniца. Једине покушаје да се топлотна снага угљена као и снага воде употребе, налазимо код млинова и воденица, као и код неколико примитивно изведених ваљавица или сличних других предузећа. Међу тим видели смо напред, да је људска снага скупа за већа индустријска предузећа и ако где и постоје, она су у тако малој мери развијена да не подмирују ни најпречу домаћу потребу. У осталом, у том се погледу не можемо варати нити себи ма какве илузије правити. Кад ни у једној другој земљи с којом ми долазимо ма којим путем у додир, индустрија не почива на људској снази, она не може опстати нити напредовати на тој основи ни код нас. Докле год будемо покушавали да нашу индустрију оснујемо на људској па и животињској снази и раду, бићемо увек економски и индустријски зависни од оних наших ближих или даљих суседа, који су већ одавно људску снагу употребили на племенитије и узвишеније радове.

Као и сви други народи, морамо и ми нашу индустрију основати на природним снагама: дакле на угљену и води. Да видимо како у том погледу стојимо.

Угљена и то разне каквоће има на врло много места у Србији. Ми ћемо овде у кратко споменути само најважнија угљена рудишта која се данас експлоатишу.

Прво место без сумње заузима сењски угљени рудник, који се у последње време рационално експлоатише. Моћност угљених слојева је врло променљива; у топлотном погледу, а та се страна нас највише и тиче, сењски угљен производи према разним анализама у средњу руку 5000 калорија. Један килограм сењског угљена произведе у парним генераторима (казанима) и то на локомотивама 4·0—4·5 а у сталним парним машинама 4·5—5·0 кгр. водене паре.¹⁾ Па како се код добрих парних машина рачуна 7·3—8·5 кгр. паре на једног коња, то значи да на једног парног коња долази скоро два кгр. угљена. У току 1898 год. произведено је 40.899·5 тона угљена и на то утрошено 306.326·84 дин; то значи да једна тона угљена у руднику кошта 7·48 дин.²⁾

Добрањски рудник, код села Добре на Дунаву, лежи спрам угљеног терена код Дренкова у Угарској, и по каквоћи истих је особина са њим. Угљен се јавља у два три слоја разних дебљина. На ваздуху се лако распада као и сењски угаљ. Разне анализе наших и страних хемичара добрањског угљена дају му средњу топлотну моћ око 7500 калорија. Сагорен под цевастим парним генераторима (система Babcock & Wilcox) у електричној централни у Београду, један кгр. угљена производи 5·1 кгр. паре, док угљен из Дренкове даје 5·3, кгр. а из Мохача 5·4 кгр. водене паре. Према томе на 1 пар. коња долази 1·57 кгр. угљена. Цена је тога угљена у Београду 16·50 дин. тона (а угљена из Дренкове 7·20 фор.). Угаљ са Вршке Чуке по калоричкој каквоћи, спада у најбољи наш угаљ јер по анализи г. Лозанића има 8087 калорија, премда је једна врста показала само 5648 калорија. Слаба му је страна што се брзо распада, с тога се за извоз прерађује у брикете. Парна моћ тога угљена није нам позната.

На 10 км. од Сењског рудника отворен је код села Сисевца угљени мајдан у коме је угаљ у свему сличан са сењским. Угљени мајдан код Јелашнице близу Ниша, слабије је каквоће (4500 калорија). Са њим је сличан угаљ из Ђићевца (4600 калор.) али је за пренос згоднији, јер је од рудника до железничке станице направљена железница узаног колосека.

Да напоменемо овде и лигнит код Костолца, који се рационално експлоатише. Топлотна му моћ износи око 4000 калорија; у парном генератору, један његов килограм производи 2·9 кгр. вод. паре.

¹⁾ Податци добијени из наше железничке дирекције.

²⁾ Др. Ј. Антула. Преглед рудишта у Краљевини Србији стр. 90 и др.

Са овим нисмо исцрпili листу свију наших угљених рудника; басени свију наших већих река, скривају у себи овде или онде, веће или мање количине угља. Ми смо се ограничили само на најважније и нарочито на оне за које се може рећи да се без прекида експлоатишу.

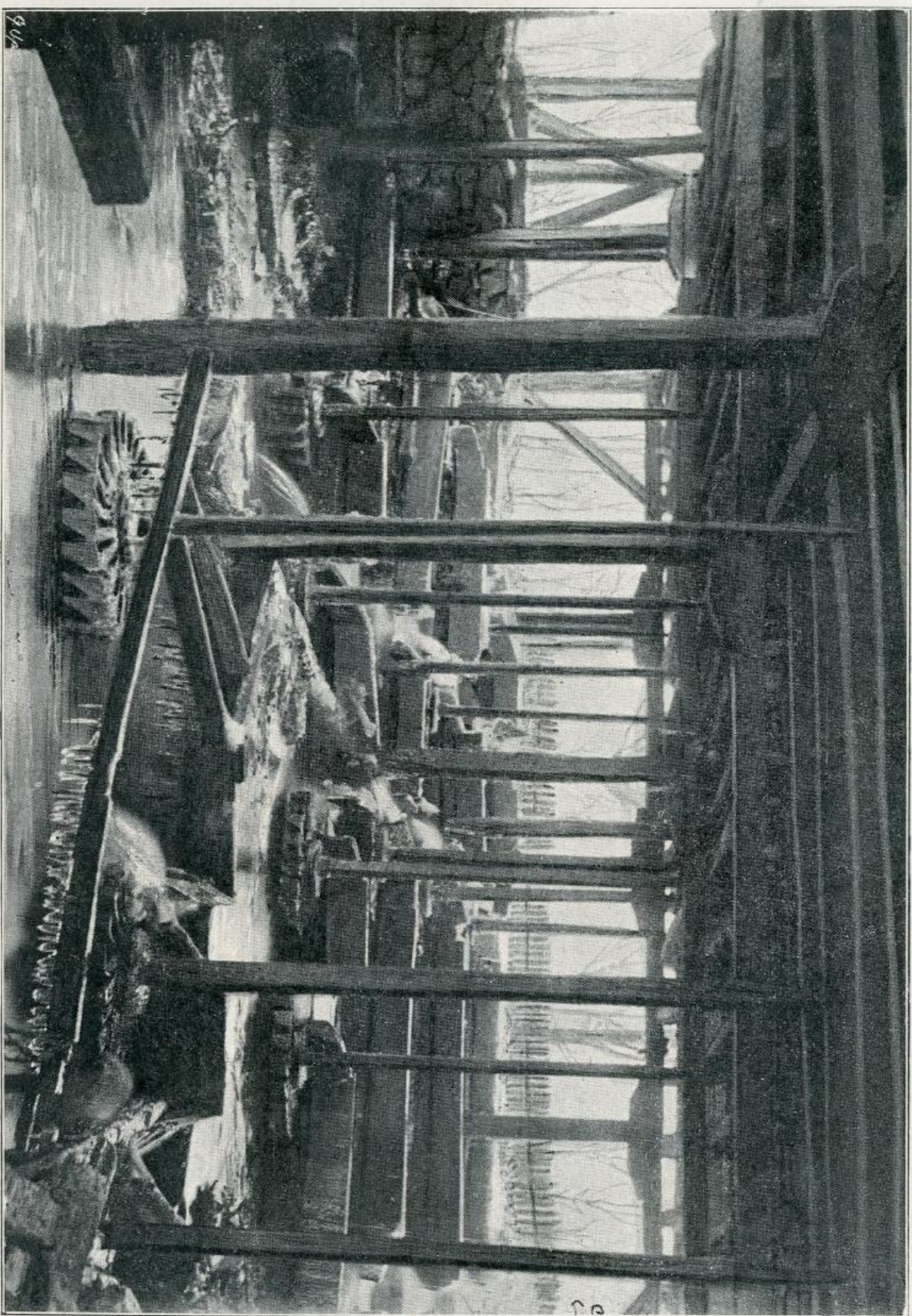
Као што се види, наша је земља обдарена угљеном у најнезгоднијем облику са гледишта економског. Ми имамо свуда угљена али по мало. Угљени су слојеви, готово свуда, неједнако моћни и врло често још испрекидани. На сваки угљени рудник ваља утрошити знатне суме само за његово отварање и довођење у везу са главним комуникационим средствима; пошто таквих центара има много, онда рејон потрошње не може бити велики а то значи да угљен не може бити јевтин. У другом каквом погледу оваква растуреност била би можда добра, али у рудничком није. Сасвим би другојаче изгледала наша земља у погледу угља, кад би све количине угља биле концентрисане на једно место, у један угљени слој од више десетина метара дебљине и неколико километара пространства. Онда би ми имали угља и за себе и за другога, а овако и поред свију многих угљених рудишта ми мучимо муку са угљем, ми угљена у правом индустријском смислу речи немамо.¹⁾ Томе ваља додати још и несигурност у лифEROвању а и недовољност брзих транспортних стрестава. Сењски је рудник згодно положен у погледу транспорта али је он једва успео да ово неколико возова на нашим пругама задовољи угљеном и још не може да подмири сву приватну ни ову данашњу, и ако врло малу потребу.

Као што смо напоменули, за отварање и систематско експлоатисање угљених рудника, како би они могли увек лифEROвати веће количине угљена за индустрију, потребни су сразмерно велики капитали, које појединци, тешко да ће када моћи уложити.

Акционарска друштва за отварање угљених рудника све се дотле неће моћи створити до год поједине задруге и банке, које постоје или које ће се основати, налазе оволику прођу нашем новцу по врло скупе интересе. Свако је рудничко предузеће скопчано са већим или мањим ризиком, и до год наш сељак и варошанин може да даје новац по сигуран интерес код појединих новчаних завода неће тако лако улазити у предузећа за експлоатацију угљених мајдана.

На послетку узмимо да су сви наши угљени рудници отворени, да су спојени жељезницом са свима појединим и индустријским центрима, да лифЕРУЈУ угљен у довољној количини и увек у одређеним роковима,

¹⁾ Исто би се то од прилике могло казати и за остала наша рудишта. Ми имамо руда златних, сребрних, бакарних, оловних, живиних и т. д. али се ни једна та руда не јавља у таквој моћности, количини и облику да би се рационално и са коришћу могла експлоатисати. У нашој земљи има готово од сваке руде по мало, она је природни руднички музеј а боље би било да имамо ма само једну једину руду али у оној мери, како је то потребно за корисну експлоатацију. Због тога сваки наш отворени рудник тек животи на и то врло слабо.



Водена снага у фабрики гајтана у Вучју

једном речи, ставимо се у положај Енглеске или Белгије у погледу угљена, хоће ли угљен успети да подигне нашу индустрију до те мере да нашим прерађевинама затворимо наше пијаце страним еспапима, да не говоримо о могућем извозу на страну. Јер држим да ћемо највећи индустријски успех постићи онда, кад будемо своје потребе у индустријским прерађевинама сами подмиривали. Не треба да изгубимо из вида, да су све фабрике и фабричка предузећа страна, већ из раније подигнута, да су се нећином већ амортизирала и да им је увек много лакше обарати цене, задовољавајући се сада са мањом добити, него она предузећа која би ми из нова подизали, и која очевидно у почетку наилазе на разне тешкоће.

И на послетку угљен ваља за сваки посао, за свако предузеће непрестано куповати и цену његовог коштања разрезивати на прерађени материјал. Све то чини да се наша индустријска предузећа не могу помоћу самога угљена развијати на чисто рачунској основи и морају апеловати на патриотизам и добру вољу, основице колико нерачунске толико и несигурне.

XVIII.

Да видимо сада, како стојимо у погледу водене снаге и њене употребе на већа и мања индустријска предузећа.

Мало ниже ћемо говорити о воденој снази са којом Србија располаже и може располагати. Сад ћемо само да напоменемо да је водена снага код нас у врло малој мери експлоатисана у опште за индустријска предузећа. Сем неколико модерних млинова подигнутих на разним нашим рекама, на пр. на Млави, Тимоку, Власини и т. д. имамо као чисто индустријско предузеће да поменемо фабрику чоје у Параћину подигнуту на води и пари, и фабрику гајтана у Вучју само на води и онда сеоске ваљавице у сасвим примитивном стању. С тога се може рећи да је водена снага код нас скоро недирнута у правом индустријском погледу.

И томе има разлога. Као што смо раније напоменули, водена се снага није могла преносити далеко и фабрике су се морале подизати у непосредној близини те водене снаге, дакле далеко од већих трговинских и саобраћајних центара. Пошто су нарочито саобраћајна средства код нас недовољна, онда се по себи разуме, да нико није могао ићи са својим индустријским предузећем у планине и клисуре, где се водена снага најбоље и најзгодније може употребити.

Међу тим ако је тако стање ствари постојало до сада, оно више не цостоји и неће постојати, јер се водена снага може сразмерно лако и корисно преносити на врло велике даљине. С тога гледишта, ми ћемо се нарочито зауставити на нашим воденим снагама и могућностима њихове употребе и њиховог преноса.

У Србији нема великих водопада, где би вода у великој маси и са великих висина слободно падала. Истина је да је вода у водопадима

најзгоднија за употребу, да су трошкови око њенога хватања и спровођења најмањи али с те стране ми се не можемо многоме чему надати. Код Соко-Бање пада један мали поток у тако званој Рипаљки прилично високо, али је количина воде у том водопаду врло мала: једва четврт кубног метра на секунду кад је вода мала. Прави водопад, није висок свега шест седам метара али после њега земљиште је врло косо те се и то нагло спуштање воде може употребити све до њеног силаска у долину. Снага на тај начин добијена не би била велика али би без сумње била довољна за саму Бању.

Други такав водопад налази се на реци Љуберађи код села истога имена ва путу између Власотинаца и Пирота. Ни тај водопад није много виши од шест-седам метара али у њему има више воде, од прилике $1\frac{1}{2}$ кубни метар на секунду и представљао би снагу од једно стотину парних коња. Од Власотинаца је то место удаљено од прилике тридесет километара а толико исто и од Пирота.

Водопад, који највише снаге у себи има, без сумње је водопад Вучјанског потока близу села Вучја, око 17 километара далеко од Лесковца. На том месту, вода пада у неколико скокова, који нису далеко један од другог и носе разне називе као Дев Казан, Ђокин Вир и т. д. са висине веће од 100 метара. Количина воде износи при малој води око пола кубног метра, те и снага коју тај водопад може да да изнеће око 500 парних коња. По жељи, неколико угледнијих грађана Лесковчана простудирао сам питање о доводу те снаге у Лесковац и нашо, да би се оно на сразмерно лак начин могло извести. За прво постројење имало би се узети 300 парних коња подељено на две трубине и динамо машине од по 150 коња. На тај начин према потреби радила би само једна турбина или обадве, а у извесним случајевима служиле би једна другој за резерву.

По себи се разуме, да би се употребила трифазна струја. Генератори би непосредно давали струју од 5000 до 7000 волта, и та би се струја без даље трансформације пренела кроз три бакарна спроводника од по 16 кв. м. м. пресека, са губитком од 17% у Лесковац. Очевидна је ствар, да би се тај губитак могао смањити, употребом дебљих спроводника или струје вишега потенцијала, премда то није потребно.

Ако би се доцније показало, да је та снага недовољна, могла би се накнадно поставити још једна турбина и динамомашина од 200 коња. На основу тих студија основано је *Лесковачко Електрично Друштво* на акције са задатком експлоатације Вучјанских водопада.

Други водопади у Србији сем горе поменути три, који би били важни у горњем смислу, ни су ми познати а сумњам и да их има. Истина, вода на многа места пада са веће или мање висине, на пример код Студене близу Ниша и т. д. али је количина воде у опште тако мала, да ти водопади не представљају никакав важан хидраулични објект, а нарочито

довољан за пренос на даљину. Међу тим по себи се разуме, да ни те ситне водопаде не треба избацити из рачуна. Пошто су се они већ показали и на овако примитиван начин употребљиви, њихову воду ваља боље скупити и место кашикара употребити мале турбине, према приликама у вези са динамо машинама, на њихову снагу експлоатисати и дању и ноћу било на самом месту или коју стотину метара даље.

Као што се види, ми смо у Србији оскудни у правим водопадима, нарочито немамо великих снага у нашим водопадима. Упућени смо дакле на водену снагу наших потока и река нарочито у оним њиховим токовима који су стрменитији или прелазе између високих обала на пр. у клисурама. Видели смо напред, да се у прво доба није могло мислити на пренос водене снаге на велике даљине али да је сада питање о преносу снаге на даљину и о оснивању хидроелектричних централа, и код нас постало савремено и грех би био не обратити пажњу нашим капиталистима, општинама и појединим удружењима на ту страну. Сваким таквим предузећима учинила би се не само велика корист ономе крају, да се у њему развије домаћа индустрија са врло јевтином моторном снагом, већ би и уложеном капиталу била на свагда осигурана таква дивиденда, какву му ни једно друго индустријско предузеће неби могло дати.

На првом месту морамо говорити о нашој најважнијој реци, Морави. Почевши од ушћа па с једне стране до Сталаћа а с друге до овчарско кабларске клисуре, Морава, у стању како се сада налази, не би се могла употребити за хидроелектрична постројења, нарочито због својих ниских обала. Регулисањем њеним можда би се успело, да се на појединим местима доцније за тај посао употреби, као што нам најбољи доказ за то даје регулисање Дунава. Дунав је пре регулисања свог био неупотребљив за таква предузећа, а концесија дата Лутеру показује нам очевидно, да нам на Дунаву пропада огромна снага, коју је он добио својим регулисањем. Зашто се та концесија није могла привести у дело није овде место да испитујемо, али се пре или после ипак то предузеће мора остварити.

Најважније хидроелектрично средиште у унутрашњости Србије могло би се створити на Морави у овчарско-кабларској клисури. Струја, ту добијена, послужила би на првом месту Чачку, за тим Горњем Милановцу а нарочито Крагујевцу, који у погледу водене снаге као да најгоре лежи међу свима варошима у Србији. У његовој близини нема нигде ни довољно воде ни са потребним падом да би се њоме могао користити. Ако се не би Крагујевц користио горњим центром, морала би му се струја довести са Ибра, премда је ово друго решење неповољније. Из овчарско-кабларске клисуре пренесена струја, могла би се у Крагујевцу много јевтиније добити од оне, која би се у његовој средини из угљена добијала а нарочито би та струја била врло јевтина за индустријске радње. Пре кратког времена, образовано у Чачку нарочито друштво под именом *Српско Електрично Друштво „Овчар и Каблар“*, за експлоатисање водене снаге



Мораве између Овчара и Каблара. Ми можемо овоме Друштву само пожелети срећан успех у том предузећу.

Други важан центар могао би се подићи на Морави у околини Сталаћа где се обале Мораве мало ваше издижу и који би снабдевао струјом Варварин, Ражањ Крушевац а можда и Алексинац, премда би Крушевац иогао узети снагу Расине а Алексинац из Моравице. У горњем свом току овај би крак Мораве могао дати снагу Врању и околини.

После Мораве дошла би Нишава, која се врло згодно може употребити у клисури Св. Петке и ту добијена струја спровести у Ниш. По пројекту на коме се зауставила нарочита комисија за осветљење Ниша и која се састала 20 децембра прошле год. на лицу места у Св. Петци, извео би се пад од 6 метара, а у Ниш (22·5 килом.) би се послало у први мах 300—400 парних коња за осветљење и моторну снагу. Ово постројење мисли да изведе нишка општина за свој рачун.

У горњем свом току, могла би се Нишава можда снабдевати снагом и Пирот.

Ибар би се на много места могао употребити јер му је корито врло стрмо а обале махом високе. Али је Ибар, изузевши Краљево, далеко од јачих центара који би се његовом снагом одмах могли користити. Ибар ће у доцнијим временима без сумње играти у том погледу важну улогу.

Млава се може врло згодно употребити у Горњачкој клисури, премда није искључена могућност њене употребе и у нижем а и вишем току. Згодно постављена централа могла би можда добро послужити Петровцу и Пожаревцу а нарочито овој последњој вароши.

Не мала снага и то на више места могла би се добити и од Тимока. Сврљишки као и Трговишки Тимок врло згодно леже према Књажевцу а по свој прилици нашло би се згодно место да се Тимок употреби и за Зајечар ако каква друга река не би за то могла згодније послужити. У доњем своме току испод Зајечара Тимок би се сигурно могао употребити, али је он ту погранична река и као што изгледа немогућа за употребу без нарочитих дипломатских преговора између пограничних држава. То исто вреди и за Дрину.

Ваљево врло згодно лежи у погледу водене снаге, имајући у својој близини врло лако употребљив Градац и Јабланицу. Основа на којој је сада изведено хидроелектрично постројење у Ваљеву погрешна је нарочито у економском погледу.

Не задржавајући се посебице код осталих наших река, напомињемо да би се врло корисно и сразмерно лако могле употребити водене снаге и наших осталих река и речица као што су на пример Пек, Ресава, Црница Колубара, Топлица, Јадар (у свом горњем току за Шабац) Власина, Ветерница и т. д.

XIX.

Из овога се прегледа наших водених токова види, да и ако немамо великих и јаких водопада, да на свима нашим већим или мањим рекама можемо на појединим местима употребити њихову водену снагу, створити читав низ већих или мањих хидроелектричних центара, и добијену струју пренети на већу или мању даљину у околне вароши, варошице и села. И имајући овај стечени резултат на уму за наш будући рад у том правцу, да се сада зауставимо на једном сада већ извршеном и оствареном хидроелектричном постројењу, на реци Бетињи код Ужица. Појединости, које ћемо овде изложити, могу без сумње бити од користи и за остала постројења ове врсте.

У непосредној близини вароши Ужица, испод самога ужичког града река Бетина избија из једне клисуре која на том месту траје нешто мало више од једног километра. Пад Бетиње у клисури није велики и износи у средњу руку 1%. На дужини од једнога километра у тој клисури подигнуто је било 4—5 воденица од којих је у времену предузимања ових радова постојала само једна, а остале су биле напуштене. Међу тим се све те воденице морале откупити а што се тиче оних, које су испод града, остале су и даље пошто им овим постројењем није нанета никаква штета.

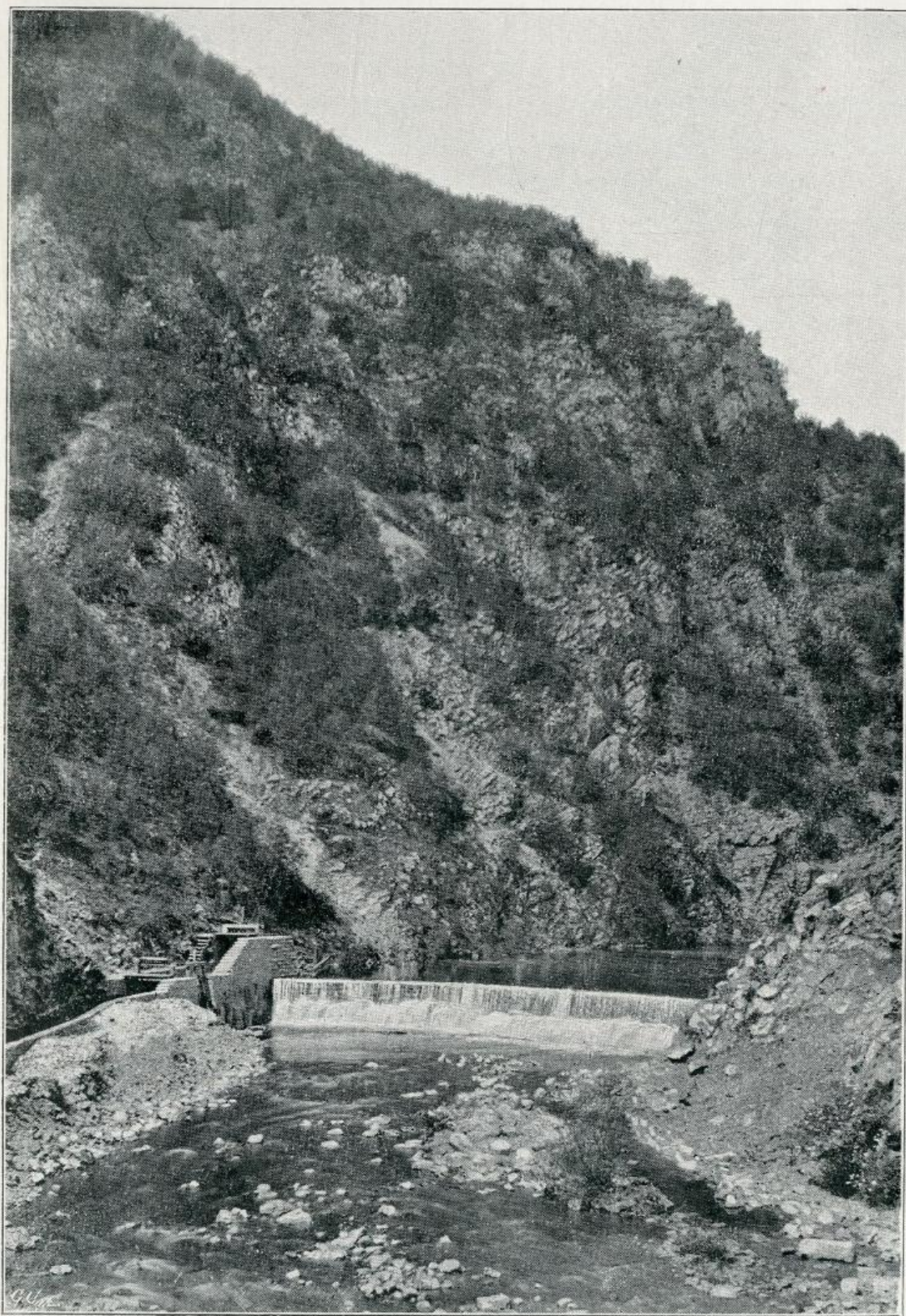
Садашња хидроелектрична постројења у Ужицу, подигла је *Прва Српска Акционарска Радионица у Ужицу*, основана почетком 1898 год. на акције, уплаћиване недељним уплатама од по пола динара. Основни је капитал удружења 300.000 динара подељен на три кола од по 100.000 динара. До сада је уплаћено само прво коло и један мали део другог. Колико је овај начин стварања капитала згодан да би и сиротнија класа могла у њему узети учешћа у толико је он незгодан што се новац споро прибира а трошкови око извршења овако великих предузећа много брже напредују него притицање уплата. Што је удружење ипак и те незгоде савладало има се захвалити на првом месту Српској Држави, која је позајмицом из прихода Класне Лутрије потпомогла ово предузеће, а за тим личним жртвама појединих чланова управног и надзорног одбора, који су своје личне кредите ставили у службу овој иначе корисној ствари.

Удружење је предузело један од најтежих послова: израду тканина од памука, лана и вуне, са жељом да својим израђевинама отвори српске пијаце и по могућству истисне стране фабрикате те врсте. Колика је уопште велика тешкоћа истиснути са наших пијаца стране тканине, јер треба друга времена да се српски производ у употреби покаже ако не бољи а оно исто тако добар као и страни, та је тешкоћа била још већа, кад се помисли, да је Ужице далеко од јевтиних и брзих саобраћајних средстава, који су потребни за пренос како сировине тако и израђеног еспапа. Одмах се увидило, да ма колико да је предузеће покренуто у најчистијој

намери да се српској и иначе неразвијеној индустрији помогне, да је далеко од свију спекулативних циљева које налазимо код највећег броја тако званих „индустријских предузећа“ за која су у последње време без велике критике издаване концесије од стране нашег Министарства Народне Привреде — да ће овако једно предузеће имати да се бори са непрегледним тешкоћама, које на крају крајева могу довести у питање и његов опстанак. Истина је, да би се као моторна снага употребила вода која не кошта ништа, али би остали трошкови који би за тај забачени крај били већи но ма за које друго место у нашој земљи толико нарасли, да их бесплатност водене снаге не би могла подмити и онда би конкуренција српских производа према странима била да не кажемо немогућа али свакако врло сумњива. Јер не треба да се варамо: патриотизам и трговина иду само онда заједно кад донесе користи појединцима.¹⁾ Уз то нетреба да заборавимо, да је код нашег света оно најгоре што је српско. Има једно наше фабричко предузеће, које постоји од више година и које и данас на своје израђевине *мора* да стави страни жиг и натпис да би их могло продати. Шта више, они исти страни агенти, који су пре постанка ове српске фабрике лиферовали нашим трговцима страну робу, они исти под именима тих истих страних кућа лиферују својим српским муштеријама српски фабрикат. И кад је наш фабриканат покушао да појединим нашим трговцима објасни да им ти страни агенти продају његову српску робу и да би је они могли добити јевтиније ако се на њега непосредно обрате, није успео да их убеди те и данас највећи део своје робе продаје под страним именима.

На послетку не треба изгубити из вида још једну околност, која смета брзом задобијању пијаце српских прерађевина а то је извешан локални сепаратизам и антагонизам који влада између појединих наших вароши. По извесним знацима, које није било тешко опазити може се са сигурношћу закључити, да ће врло дуго проћи док се један комад ужичкога платна прода најближим околним варошима, дакле онде где би за тај производ пијаца била најпогоднија (због близине) сем ако фабрика пристане да са својих израђевина скине свој жиг.

¹⁾ Као најлепши пример да трговина не зна увек за патриотизам, да наведемо овај случај. Свакоме је познато, да је тешко наћи два народа, који се више мрзе од Француза и Немаца. Нарочито су Французи превазишли сваку меру у том погледу. Познато је такође свакоме, да је Буланже, чувени француски ђенерал, после Гамбетине смрти био први, у ком је цео француски народ персонифицирао идеју реванша према Немцима. У оно се доба, нигде није могао човек маћи по Паризу а да на сваком кораку не чује патриотске песме певане томе „ђенералу на лепоме коњу“, а да на свима ћошковима и дућанима не види како се свет отима купујући његове слике у свима могућим позитурама. Али трговина незна за патриотизам и реванш. Констатовало се после, да је највећи део тих слика, које су продаване по париским булеварима, израђен био у Немачкој јер су француски трговци за то нашли бољег свог рачуна.



Брана у ужичкој клисури

Све те и многе друге тешкоће уочили су они, који су се бринули о успеху овога предузећа и постарали се још одмах у почетку да своје предузеће подпомогну с друге стране и да му нађу јаког помоћника, који ће га истина као споредан продукт, али нарочито у почетку помоћи да горње незгоде савлада и кризу стварања пијаце издржи. Тај је помоћник нађен у продаји електричне струје, која фабрици ноћу не треба а коју вода непрекидно производи, приватнима за осветљење. У место да подигну своје предузеће на чисто хидрауличној основи, они су га подigli на хидроелектричној. Спустивши цену електричне струје за осветљење на тако ниску меру да њоме тако рећи принуде појединце да је морају куповати јер кошта јевтиније на ма која дуга врста осветљења, они су створили од те споредне радње један сасвим сигуран и сталан приход, који подноси многе трошкове око фабрике и који осигурава и интерес и амортизацију на уложени капитал, тако да не само сва снага, која се преко дана употреби за фабрику остаје бесплатна, него се на израђевине фабричке не морају разрезивати горњи издаци и трошкови. Другим речима тај је споредни продукт — електрично осветљење — осигурао главно предузеће и оно може мирно и поступно али сигурно, поред свих незгода задобијати пијацу конкуренцијом са сличним страним продукtima.

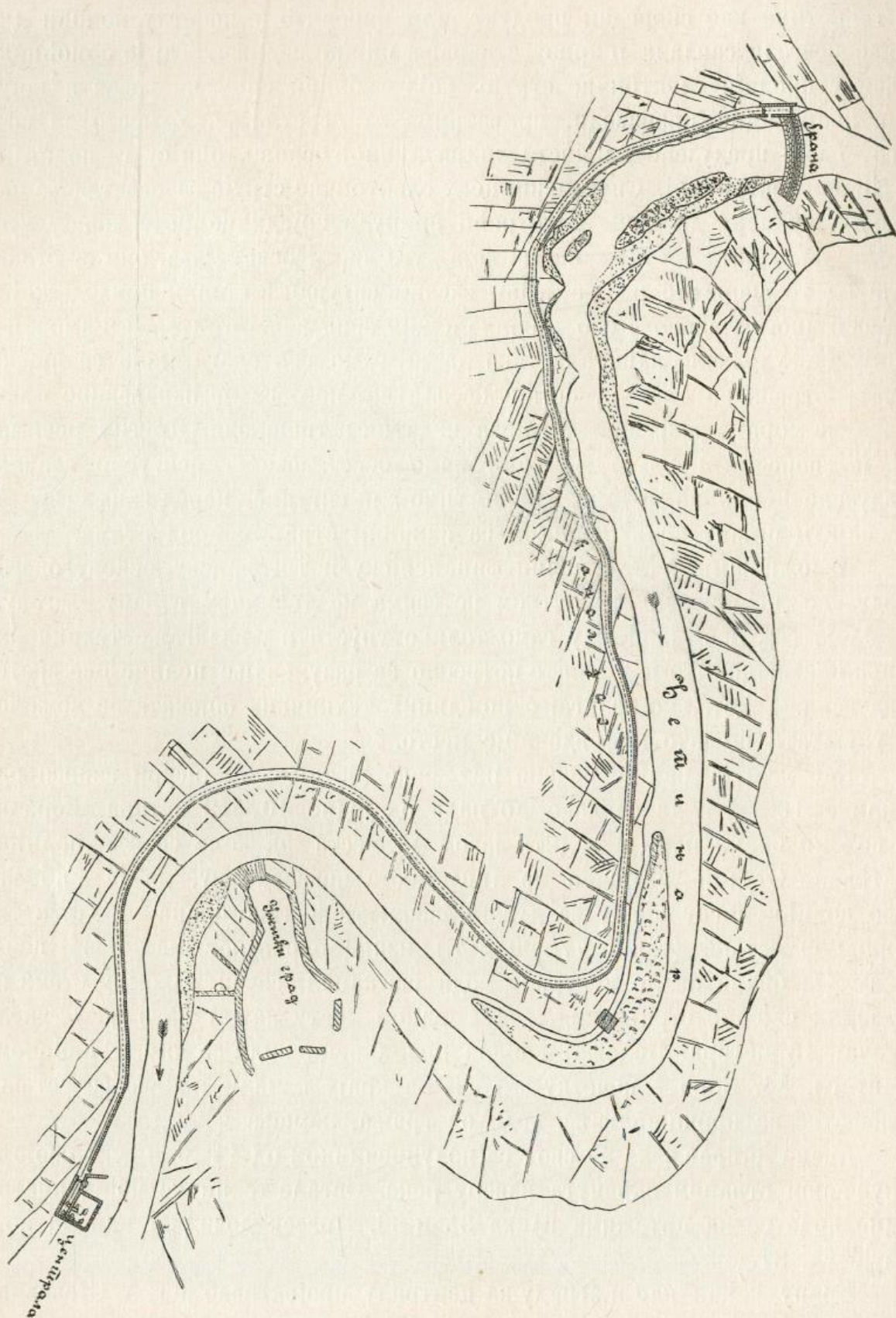
Изложивши на тај начин финансијску и трговинску основу овога предузећа да пређемо у кратким потезима на техничку страну његову. Ми ћемо се у овом прегледу само толико упустити у излагање техничких појединости, колико је у опште потребно за разумевање целине ове врсте предузећа. У детаљно излагање појединих техничких објеката не можемо се упуштати по што им овде није место.

Као што је раније речено пад реке Ђетиње у клисури износи од прилике $10^{00}/_{00}$ и да се дође до пада од једно 10—12 метара, морала се подоћи брана и вода водити јазом до места на коме се има подићи централа. Студије извршене на лицу места показале су, да је најбоље било подићи ниску брану са дужим јазом, те је тако брана и подигнута скоро 800 метара (тачно 775·90 мет.) изнад одређеног места за централу. Од бране па до централе води јаз-канал, сечен махом у стени и подзидан с једне стране зидом. На једном месту канал прелази у тунел дугачак 15 метара. Положај канала према реци види се на ситуационом плану сл. 34. Како у почетку тако и на крају канала налазе се уставе и решетке за прочишћавање воде од грађа, камења и т. д.

Брана је прављена на свод са полупречником од 44·20 мет. и својом испупченом страном окренута извору реке. Остале техничке појединости бране виде се на цртежима слика 35 и 36. Пресек доводног канала показује сл. 37.

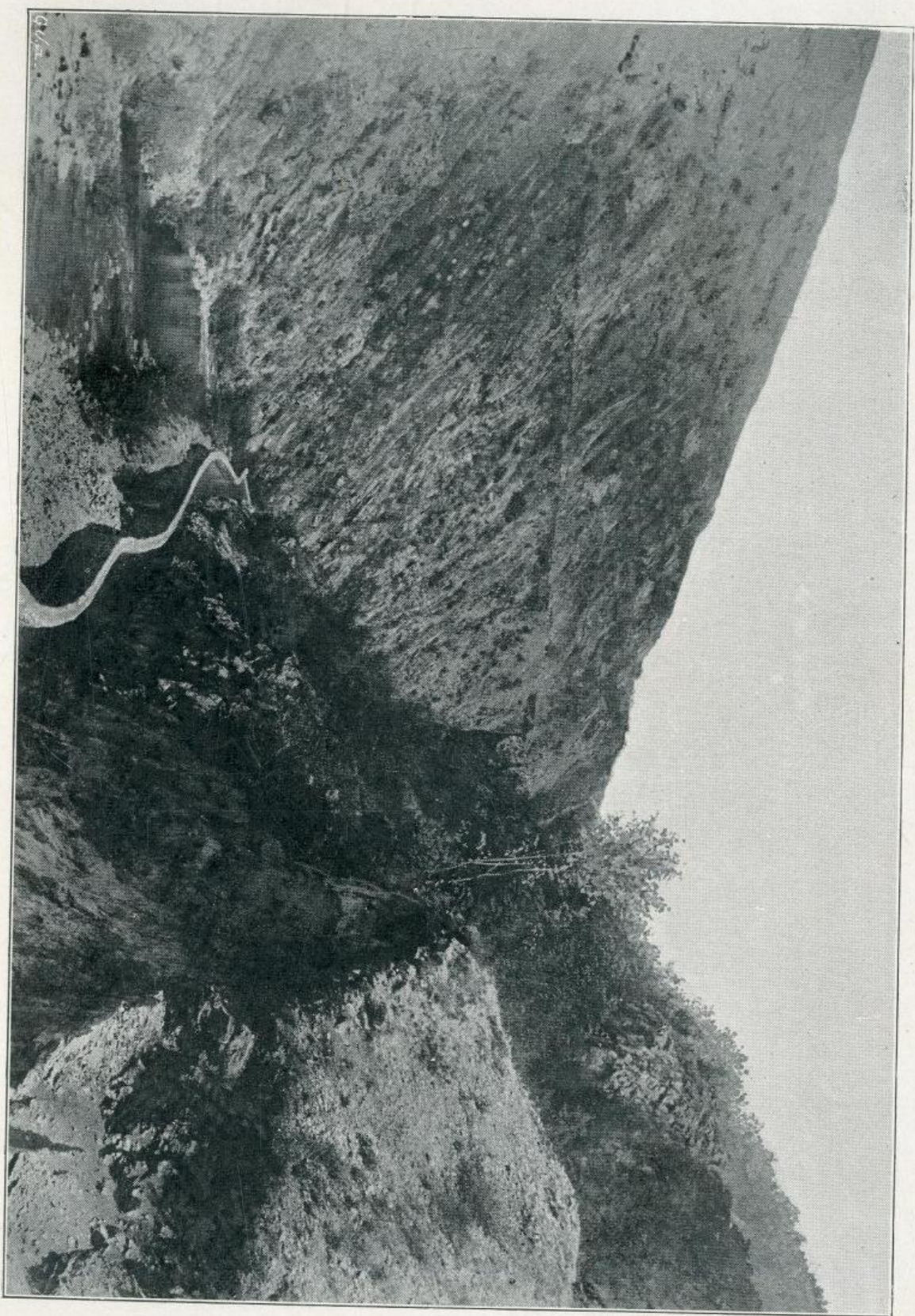
Брану, канал као и зграду за централу пројектовао је г. А. Стевовић инжењер а канал на терену обележио г. Т. Тодоровић, онда окружни инжењер у Ужицу, који је до некле водио и надзор над грађењем. По ње-

говом одласку из Ужица водио је надзор све до свршетка радова г. Ј. Андрејевић инжињер, кога је за тај посао одредио Г. Министар Грађевина на молбу и рачун удружења.



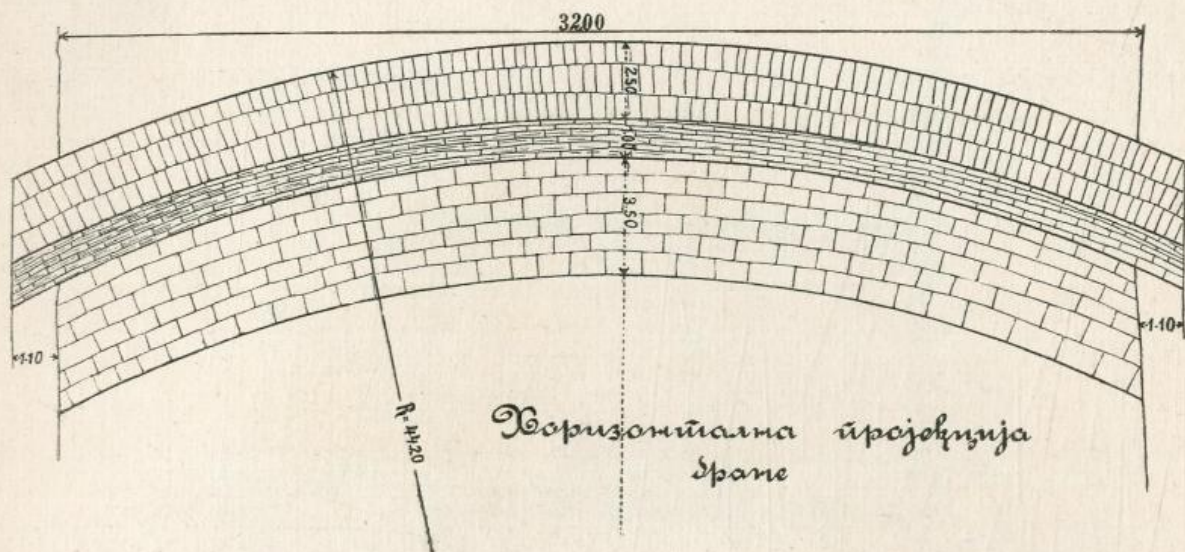
Сл. 34.

Ситуациони план хидро-електричног постројења у Ужицу.



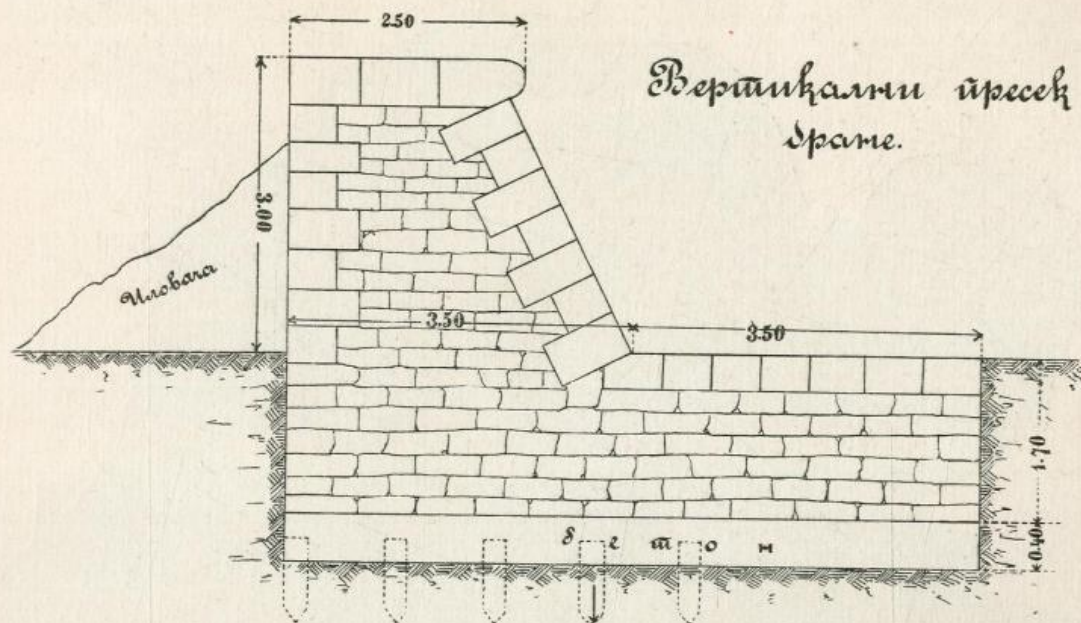
Јаз кроз клисуру

Поред свију техничких тешкоћа на које се у току рада наилазило, и о којима се може добити приближна слика кад се само помисли да су сви грађевински послови извршени у цементу, који је требало преносити колима и коњима преко Јелице и Потајника ипак је цео посао око по-



Сл. 35.

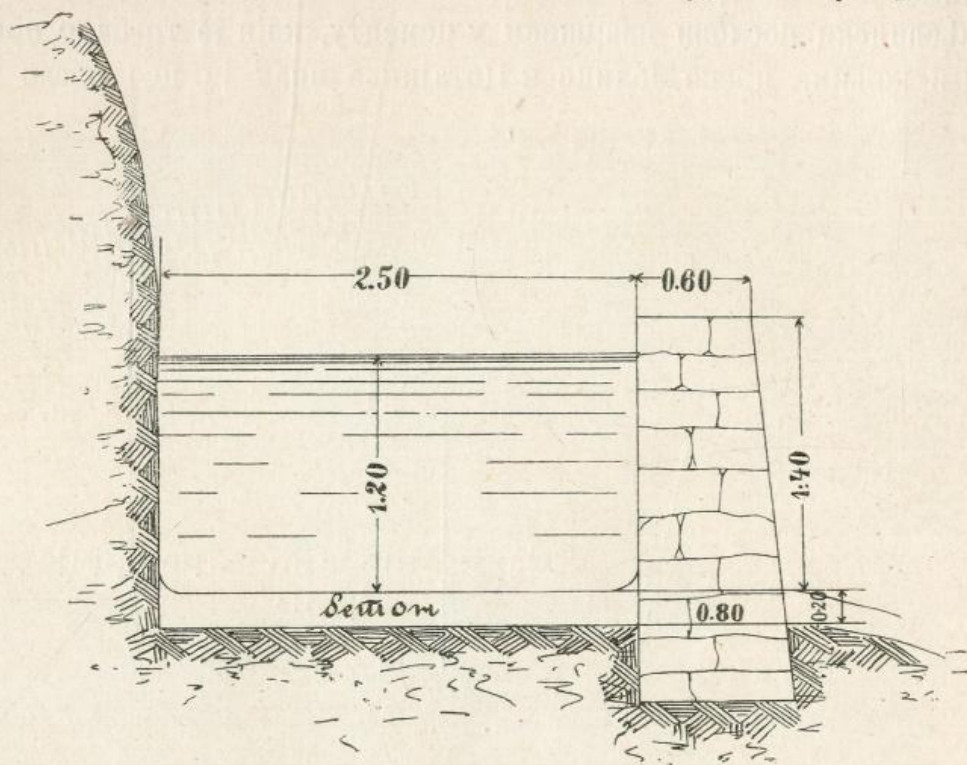
дизања бране, канала, централе и фабрике као и монтирања свију машинских делова извршен за непуне две године. Електрични део извршен је за 15 месеца.



Сл. 36.

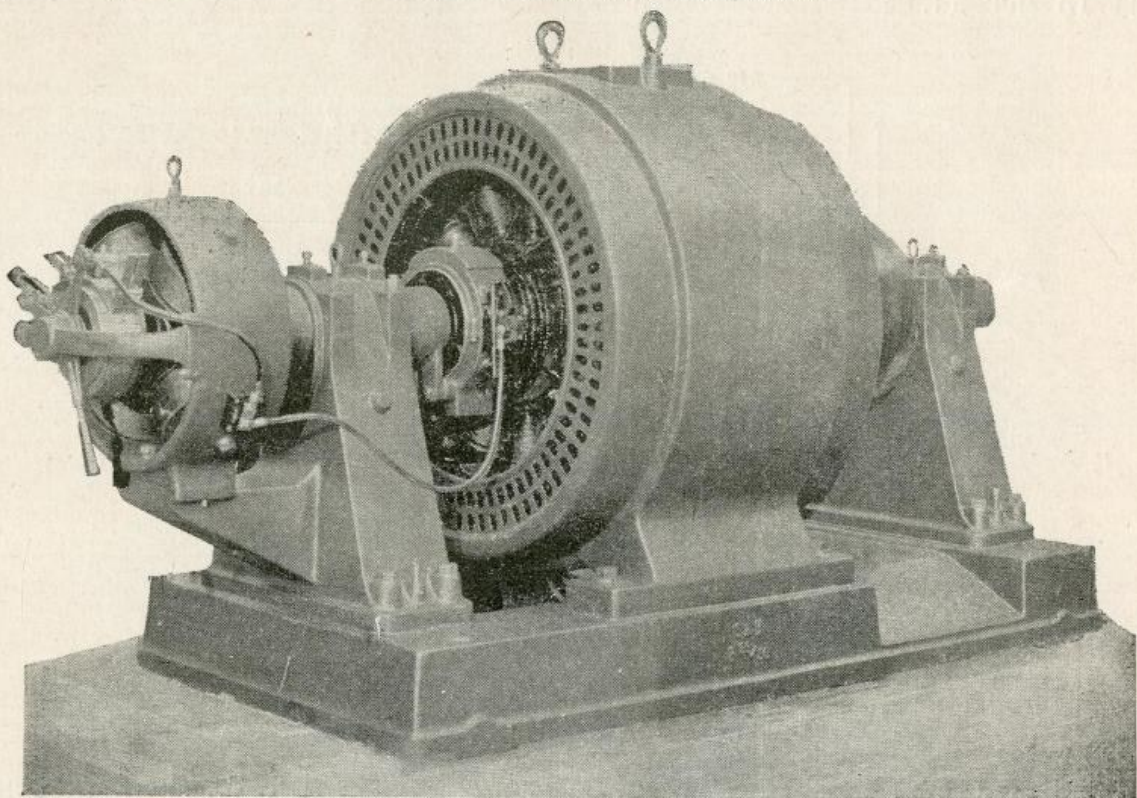
Висина бране изнад дна реке износи 3 метра тако да успорена вода не излази из клисуре. Јазом се добило још 9 метара, те целокупна разлика између горњег и доњег нивоа воде код централе износи 12 метара.

Из канала, иза саме зграде за централу, вода се спроводи кроз две гвоздене цеви у две турбине од по 50 коња. Турбине су Францисовог



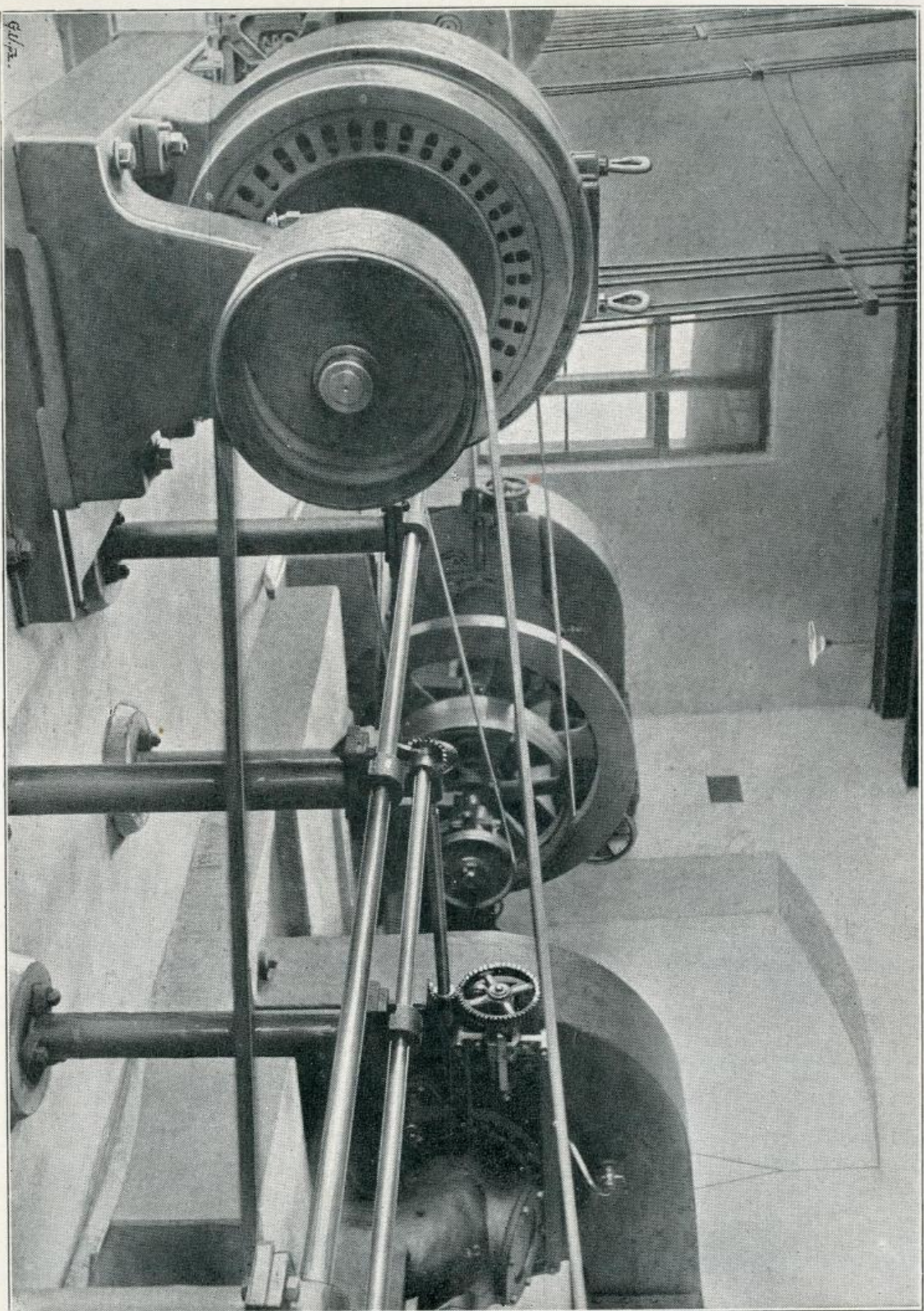
Сл. 37.

система са хоризонталном осовином и постављене су на патосу централе, дакле од прилике пет метара изнад доњег нивоа.



Сл. 38.

Свака турбина креће трансмисионим каишем по једну динамо-машину за трифазну струју, одговарајуће јачине (сл. 38). Струја излази из ма-



Турбине и динамо машине у централу

шине под напоменом од 2000 волата и пошто прође кроз табло (сл. 39) на коме су потребни инструменти за мерење, шаље се помоћу три жице у варошку мрежу. До близу табла допиру полуге за регулисање притицања воде у турбинама тако да надзорник у централи са истог места прати потрошњу струје у вароши и према томе регулише брзину обртања турбина. Општи преглед турбина и динамо машина у централи представљен је на засебној слици. Електрични део целе инсталације, извршила је чувена европска фирма *Сименса и Халске из Берлина*.

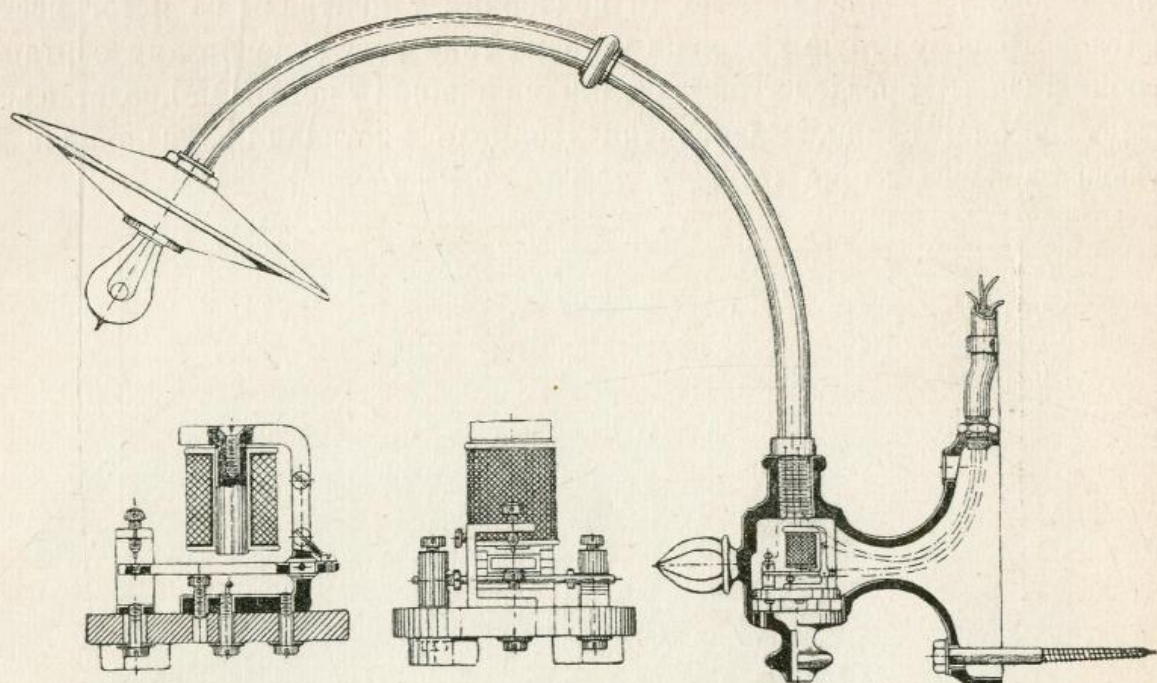


Сл. 39.

Примарна струја од 2000 волта, долази до 7 трансформатора разних јачина постављених на разним местима у вароши према претходно оцењеној потрошњи струје за поједине крајеве. Из трансформатора струја излази под напоном од 120 волта, и раздаје се претплатницима.

Једна иста мрежа служи како за улично тако и за приватно осветљење. У другим местима, где постоји само једна мрежа, уличне се лампе свака за себе пале и гасе, и нарочита се послуга мора о томе бринути

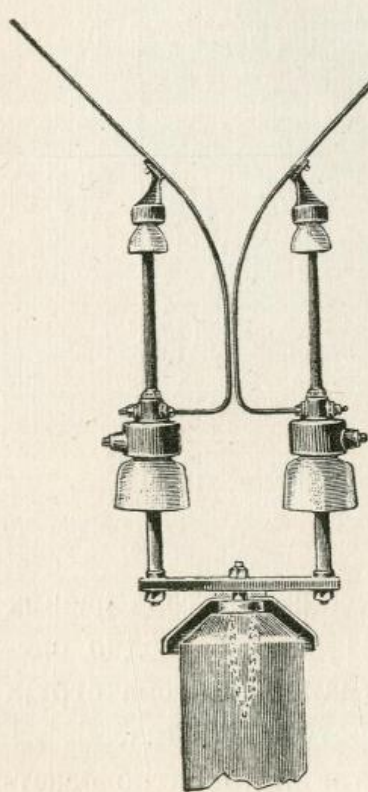
као и код осветљења петролеумом или светлећим гасом. Да би се и поред тога, што нису постављене две мреже, све уличне лампе које су подељене на две групе (једна половина гори до 10 сах. а друга целу ноћ), палиле



Сл. 40.

и гасиле са једног места, употребљен је систем реле-а. У корену свакога носиоца уличне сијалице налази се једно реле, у које долази једносмислена

струја из једне споредне и мале динамо-машине, која у исти мах служи и за осветљење централе. Положај реле-а у носиоцу лампе као и у детаљној конструкцији престављен је на сл. 40.



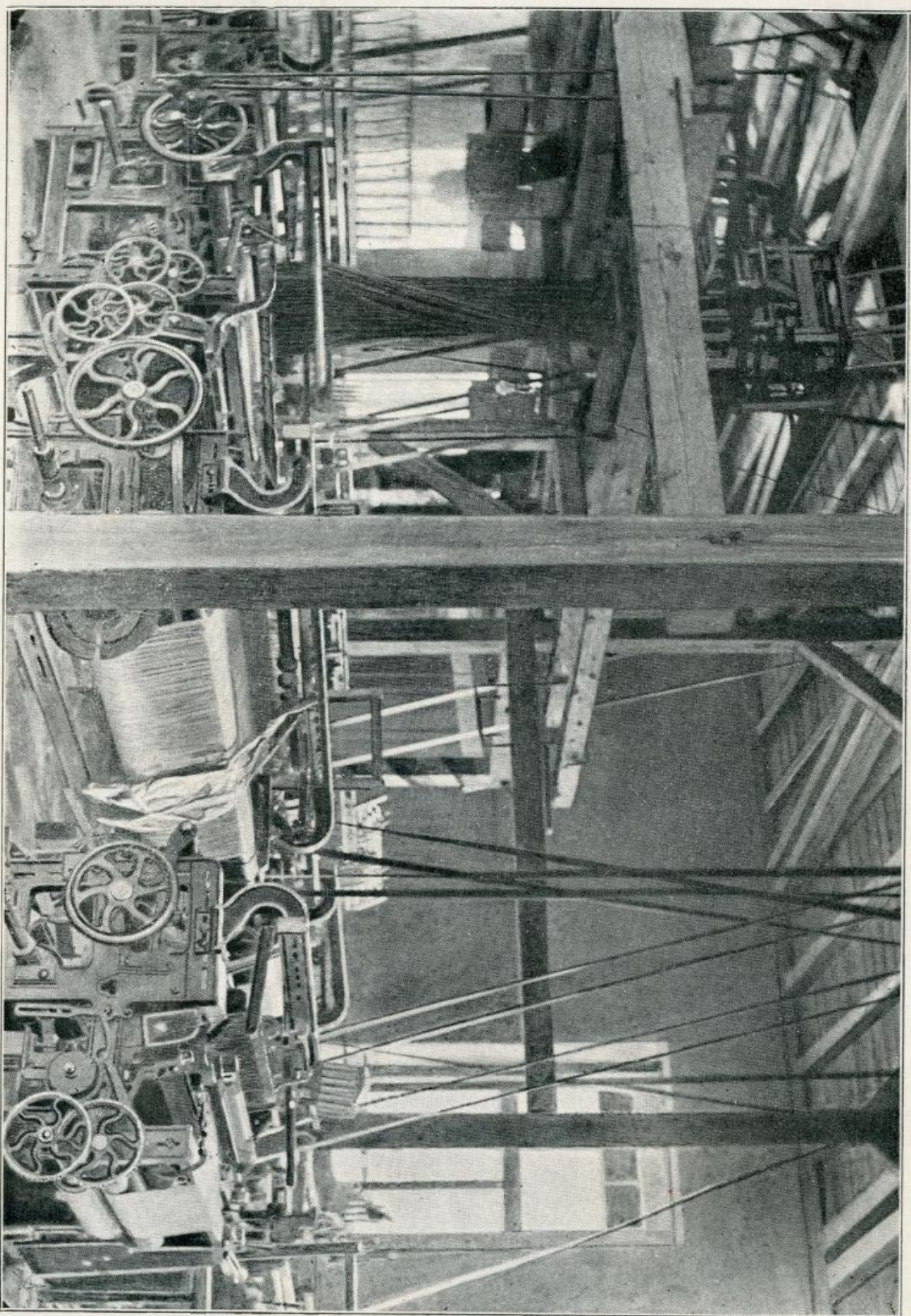
Сл. 41.

Цела је мрежа осигурана довољним бројем громобрана најновијега тако званог „рогастог“ типа који су се показали у пракци као веома поуздани. На сл. 41 престављен је такав један громобран.

За улично осветљење постављено је 120 сијалица од по 16 свећа и 9 пламених лампи од по 10 ампера.

Електрична се струја продаје приватнима за осветљење на целу ноћ: од „заласка до изласка сунца.“ Цене за једну сијалицу од 16 свећа и за целу ноћ утврђене су на овај начин:

за куће, дућане и радионице	5 пара дин.
за канцеларије	6 „ „



Разбоји у ужицкој ткачници

за касарне и болнице	7	пара дин.
за кафане и механе	10	„ „

Потрошена струја плаћа се месечно и у напред најдаље до 5-ог сваког месеца у подне. Сваки претплатник добија нарочиту књижицу у коју се бележи месечна наплаћена сума.

Сад је од прилике половна целокупне снаге употребљена преко дана у ткачници за кретање разбоја, једне велике роље и осталих направа ткачких. Ткачница је у првом свом зачетку, изведена по упутствима гђе Љубице Рајићеве, стручне учитељице тадашње ужицке ткачке школе. Ткачница је уређена, да од памучног и ланеног конца, израђује за употребу готово платно и друге тканине у једно двајестину разних мустара. Тога ради постављене су справе за намотавање и спремање конца за сновање, навијање, и т. д. за тим извештан број обичних и Жакардових разбоја и најзад једна велика роља за рољање израђеног материјала. Општи изглед једног дела ткачнице представљен је на засебној слици.

Ткачница има свој засебан трансформатор. Роља има свој засебан електромотор а разбоје и остале направе креће други електромотор.

*

Друго једно предузеће преноса снаге на даљину помоћу електрике подиже се у Краљеву. Трговачка кућа Кнежевић и Радовановић има на реци Рибници воденицу, 3—4 километра далеко од Краљева незгодно и с перуке положену за лак саобраћај. С тога она у воденици намешта тубину и динамо-машину (најпре од 45 коњских снага а доцније ако треба и већу), претвара водену снагу у електрику и преноси је спроводницима у електрични млин који је у средини вароши Краљева те тако креће електрични мотор одговарајуће јачине. По себи се разуме да се струја може употребити и за осветљење.

XX.

Ужичко хидроелектрично постројење може се сматрати као први тип постројења те врсте код нас и задатак свију нас треба да буде да речима, делом и средствима помажемо да се такве врсте предузећа у нашој земљи што више намноже. Од оваквих предузећа нико не може имати штете, а да ће и појединцима као и целим крајевима донети велике користи, стварајући им тако рећи бесплатну моторну снагу из које треба да се развије наша домаћа индустрија, више је но очевидно.

Међу тим још сада у почетку, и да би одклонили сваки неспоразум и лутање у подизању постројења те врсте, потребно је да поставимо извесне опште принципе, који треба да нас руководе у том послу. Специјалне одредбе за свако тако предузеће решаваће се према потреби и датим локалним околностима.

Као што се зна, за свако такво предузеће потребни су већи или мањи капитали. Право је и оправдано да се сваком уложеном капиталу осигура извесна рента, извешан годишњи интерес или дивиденда, а то значи да предузеће треба да буде основано на сигурној финансијској основи. Али одмах додајемо да финансијска основа не треба да буде једина: поред финансијске треба да буде осигурана и економска основа. Другим речима, поједини подузетници ових послова не треба да имају у виду да таквим предузећима дођу на лак начин до високе дивиденде него да цену електричне струје спусте толико како би до ње дошао и најсиромашнији а нарочито да струја за дневну—моторну—потрошњу буде не бесплатна али врло јевтина. Утврђујући на пример цену једне сијалице од 16 свећа између 5 и 10 пара дина. (према врсти претплатника) на целу ноћ, сваком уложеном капиталу биће поред свију трошкова осигурана таква дивиденда какву не дају никаква друга предузећа, и онда треба сопственици тих предузећа да дневну цену струје спусте на најмању меру. Тиме би се постигло да се наша индустрија која је тек у зачетку врло лако и брзо развија и помагање развитка наше индустрије треба да буде главни циљ свију хидроелектричних предузећа, Електрично осветљење, и ако ће увек бити први повод подизању хидроелектричних постројења, (јер ће оно увек осигурати и текуће трошкове и дивиденду на капитал) не треба да буде и једини циљ њихов; електрично осветљење треба у свима овим предузећима да буде једна врста споредног продукта, а главни продукт треба да буде моторна снага.

Ако се на овакој основи буду подизала у нас хидроелектрична постројења, електрика ће за кратко време постати код нас једна потреба а ми сви и треба да тежимо за тим, да електрика, поред леба и воде постане свакодневна потреба и то како за варошанина тако и за најсиромашнијега сељака нашег. А да то буде, треба му електричну струју дати у таквом облику и по такву цену да је он мора употребити не само за осветљење већ и за сваки његов домаћи, економски или пољопривредни посао, јер се она боље но и једна друга природна снага може на све те потребе применити.

Да се употреба електричне струје одомаћи, да струја постане свакодневна потреба, ваља да су сва наша хидроелектрична предузећа основана на принципу бесплатних инсталација свију приватних постројења. Јер ма колико да је продајна цена струје ниска, највећу сметњу увођењу њеном чиниће они издаци које поједини приватни потрошачи морају у готовом новцу учинити да струју кроз своје домове разведу. Јер ако би ко хтео да уведе и само једну лампу, морао би за то издати извесну суму, која врло често премаша његову готовину. Сопственици појединих хидроелектричних предузећа треба о свом трошку да инсталирају све потребне спроводнике, осигураче, упаљаче и т. д. до самога објекта који

ће струју трошити. Само ће тај објект (лампу, дустер и т. д.) набавити претплатник по својој жељи, укусу и могућности.

Изгледа можда на први поглед да то није у интересу хидроелектричних предузећа да се они брину и о приватним инсталацијама. Али није тако. Електрична централа са целокупном уличном па дакле и приватном мрежом сачињава једну техничку целину. У интересу је самога предузећа да целокупна мрежа буде солидно и са добрим материјалом изведена и кад је тако онда у мрежи нема оних несигурних и погрешних инсталација, које сметају правилном функционисању целе мреже (и које се врло често налазе код приватних инсталација услед обзира појединача на што нижу цену као и услед несавесне конкуренције појединих инсталатера). Све су приватне инсталације сада, како у најбогатијим тако и у најсиромашнијим кућама изведене са истом пажњом и истом методом и функционишу очевидно са истом сигурношћу.

Поред тога, кад се број хидроелектричних постројења буде повећао, ми неможемо имати довољан број спремних инсталатера који ће хтети и умети изводити добре инсталације. Хидроелектрично предузеће пак, мора увек имати једно или више стручних лица у својој служби и та ће лица руководити односно вршити инсталације.

Ни са финансијске тачке гледишта извођење принципа бесплатних инсталација није тешко. Цео капитал који ће, како где, бити већи или мањи према важности предузећа, ваља повећати од прилике са 10% — 12% па да се бесплатне инсталације осигурају. Али тим повећањем капитала предузетници не морају дуго чекати на продају струје, и рентабилитет се предузећа тако рећи одмах оствари. Поред ниских цена, бесплатне ће инсталације учинити да се сва произведена струја одмах и у најкраћем року прода а то није мала ствар у предузећима ове врсте. У самој првој години, приход од продате струје, коју машине производе чим прораде, може наплатити уложени капитал у бесплатне инсталације а тога прихода сигурно неће бити, ако се остави да претплатници сами и о свом трошку изводе своје инсталације. Машине би се врло дуго тако рећи напразно обртале производећи струју само за неколико претплатника који би и иначе врло споро прилазили.

На једном примеру видећемо то најбоље. Рецимо да једна хидроелектрична централа располаже са 2000 сијалица. Ако пусти да претплатници о свом трошку изводе своје инсталације, пријавиће се рецимо за годину дана свега 500 лампа, које продате по 7 пара на ноћ, донесу годишње 12.600 динара, Ако се инсталације изведу бесплатно, продаће се сигурно свих 2000 лампа и оне би донеле под истим условима 50.000 динара годишње; дакле преко 37.000 динара више а толико није потребно утрошити за инсталацију 2000 лампа у сопственој режији. Тај принцип бесплатних инсталација приведен у дело у Ужицу, учинио је да је сва струја коју централа производи продата за пепуна три четири

месеца, управо за оно време, док се стигло да се пријављени број инсталација изврши.

По себи се разуме, да би се поједине злоупотребе од стране приватних претплатника у погледу бесплатних инсталација и т. д. одклониле прописаним правилником, који би у исти мах регулисао према локалним приликама и остале односе између сопственика предузећа и претплатника.

Електричну струју из хидроелектричних централа ваља продавати одсеком на целу ноћ од заласка до изласка сунца за осветљење и на цео дан од изласка до заласка сунца за моторну снагу. Продају струје струјомерима ваљало би у колико је могуће избегавати јер су за њих потребни знатни капитали а и одржавање њихово у добром стању скопчано је са знатним трошковима. Њихова се употреба може још једино оправдати у централама које производе електрику из угљена.

Позната је ствар да кад у једној инсталацији има свега две три лампе, оне непрестано гору сваке вечери. док на против кад их има 15, 20 или више, онда има увек лампа које не гору сваке вечери. За то би ваљало правити разлику при продаји струје према броју лампа и првих рецимо пет лампа наплатити по једној, других пет или десет по другој цени и т. д. Ниже изложни распоред могао би послужити као образац, и могао би се по потреби мењати:

Лампе сијалице и за целу ноћ коштају:

1), за приватне станове, дућане, радионице и канцеларије

		2 до 5 лампа		6 до 15 л.		16 до 40 л.		преко 40 л. у једн. инстал.	
сијал. од 10 св.	5 п. дин.	4	3	2					
" 16 "	8 "	6	4	3					
" 25 "	11 "	8	6	4					

2), за гостионице кафане и остале јавне локале:

сијал. од 10 св.	7 п. дин.	6	5	4 л. у једн. инст.л.
" 16 "	10 "	8	6	5
" 25 "	14 "	11	8	6

У многим варошима постоје већ парни млинови или друга парна постројења и њихови сопственици гледају са неповерењем на завођење електрике из водене снаге. Међу тим је у њиховом сопственом интересу да парну снагу замену јевтином електричном, не мењајући иначе ништа на већ постојећој инсталацији. Оваким би постројењима ваљало дати 25 до 30% јевтиње струју него што их кошта угљен за пару и кад се узме у рачун да им за електромотор није потребан ни ложац ни машиниста, онда се види велика корист за сопственике тих постројења да што пре пару замену електриком.

Сматрамо за дужност да учинимо на овом месту још једну напомену. Приметило се, да се многи странци обраћају појединим општинама тра-

жећи концесије за електрично осветљење гледајући при том да заузму на што лакши начин наше, за сад слободне водене снаге. Пошто потребни капитали, за извођење оваквих предузећа за поједине вароши нису сувише велики, ваљало би настајати да се они нађу у земљи и то или удружењем неколико капиталиста или најзгодније образовањем акционарских друштава са недељним или месечним уплатама. У извесним случајевима могле би и поједине општине према своме стању улазити са већим или мањим делом капитала, Ми нарочито обраћамо пажњу нашим домаћим капиталистима на ту ствар с тога, што су та предузећа веома корисна и што ће, ако се буду изводила како треба, давати својим акционарима сигурно много већу дивиденду но ма која друга врста предузећа и очевидна би штета била допустити да се тим предузећима користе странци, који најмање права на то имају.

Свака наша варош или варошица, која би се ма са каквих разлога решила да досадашње своје осветљење замени електричним, треба то да ради на првом месту помоћу водене снаге и капиталом који ће наћи у својој средини и околини. Да ли ће се моћи водена снага електричним путем пренети у неко место са веће или мање даљине, решиће се у сваком посебном случају према величини потрошње струје, која се у том месту може осигурати. У опште узев у колико је могућа већа потрошња струје, у толико се може (наравно ако треба) са веће даљине струја доводити. Да видимо докле се може у том смислу ићи према данашњем стању електротехнике.

Познато нам је, да у колико расте даљина на коју се струја преноси у толико се пење и потенцијал пренесене струје. А кад се потенцијал струје пење, онда она лакше скаче и празни се са спроводника у облику варнице.

Искуство је показало, док се употреби струја до 10.000 волта, да се не наилази на велике тешкоће у изоловању спроводника за пренос такве струје. Кад је напон струје већи од 10.000 волта, онда се мора обратити већа пажња на изолаторе које носе спроводнике.

Кад струја достигне напон од 20.000 волта, онда се спроводници у мраку светле јер из њих сипе ситне електричне варнице из свију оних делова њихове површине где би биле ма какве неравнине, шиљци, завоји и т. д. У колико је ваздух влажнији у толико је то растурање веће, али оно не смета ништа све до 40.000 волата. За то и видимо да је у Америци употребљена за пренос и тако висока струја. Изнад 40.000 волата губитци расту нагло; око 50.000 и 60.000 волата обичан влажан ваздух више не може сачувати струју и онда ваља изоловати спроводнике на други начин.

Према свему ономе што се данас зна о тој ствари, употреба струје од 40.000 волата налази се на граници данашње праксе и не може

се ићи даље у том сислу без нарочитих других мера, које повлаче за собом велике трошкове.¹⁾

Кад нам се дакле да задатак за пренос електричне струје на даљину, немамо се бојати никаквих специјалних компликација све до 100 или 120 километара, само ако водимо бригу да се спроводници изолују како треба и сачувају од спољашњих механичких повреда или дејстава. Што се тиче финансијске стране задатка, можемо ићи до на 80 километара даљине ако је сигурна потрошња снаге од прилике 1000 киловата. За веће даљине рентирале би се преноси односно осигурава потрошња само већих снага.

По себи се разуме да се овде не могу изложити све појединости које би вредиле за разне случајеве. Овде су изнесене само опште одредбе а за сваки специјални случај ваља проучавати ствар посебице.

Тако стоји у главним потезима, ствар о преносу водене снаге помоћу електричне струје и за то треба на првом месту покушати, да се електрична струја произведе из воде. И тек онда, кад се стручним путем констатује, да водене снаге нема, или и ако је има, да је тако далеко од некога места, да се према могућој потрошњи струје, њен довод не би рентирао, тек онда ваља прибећи угљену.

И употреба угљена за произвођење електрике, може се извршити на два начина. Ако близу онога места, коме електрика треба има какав угљени мајдан онда треба угљен горети у самом мајдану и не доносити га у варош, т. ј. треба електричну централу поставити у самом мајдану и струју пренети кроз три жице као и код воде. Јер цена се угљену подиже највише преносом. На стоваришту мајданском угљен кошта најјевтиније и за то га ту треба и горети. Инстилација за пренос струје учињена је један пут за свагда, и само треба видети да ли је интерес на онај капитал, који је уложен за ту инстилацију као и трошак око њеног одржавања мањи од свакодневних вишкова у цени угљена у мајдану и у вароши, па да се централа постави у самом мајдану. На овај начин произведена и пренесена електрична струја била би свакако скупља но кад би се из воде добијала али опет јевтиња него кад би свакодневно морали плаћати подвоз за угљен.

На тај би се начин могла можда подићи електрична централа у Сењу за Ђуприју као и за Параћин и Јагодину ако би се нашло да се на пример Црница или која друга река не би могла за тај посао употребити. —

На послетку, кад нема ни водене снаге, нити угљених мајдана у близини оних места, којима електрика треба, употребиће се угљен у самоме месту.

¹⁾ Vivarez loc. cit. 291.

*

Из свега досадашњег разлагања можемо извести овај закључак.

Индустрија, коју ми још немамо и која се до сада није могла развити код нас помоћу угљена, неће се моћи, из свију оних разлога, које смо раније навели, развијати угљеном ни у будуће; бар се неће моћи развијати у оној мери како ми сви то желимо. Та се индустрија није могла развити ни из саме водене снаге, јер поред тога што те снаге имамо доста и готово у свима нашим крајевима, ипак она није успела да створи и развије у нас индустријску радиност. Видели смо узроке зашто је то тако било и ти ће узроци учинити да тако буде и у будуће. Будућност наше индустрије лежи у воденој снази спојеној са електричном, дакле у главном у електричној снази; њу ћемо добијати у хидроелектричним постројењима која ће се најпре подизати ради електричног осветљења појединих места и која ће у исти мах бити извор врло јевтине моторне снаге за индустрију. Та згодна околност, што се ми у целој нашој земљи осветљавамо не само на прилично примитиван већ и на сразмерно скуп начин, учиниће, да ће се хидроелектрична постројења, због електричне светлости, брзо множити, јер свакоме без разлике треба светлости и то што јаче светлости а нарочито такве светлости која је и добра и пријатна и здрава и преко свега тога још и јевтинија од сваке друге светлости. Поред сваке мале или велике вароши или варошице морају се стварати мањи или већи хидроелектрични центри у прво доба само ради осветљења а за тим ће то постати центри индустријски. Сваки ће радник имати потребне снаге код своје куће у оној истој мрежи, која му служи и за осветљење. Централизација енергије природних сила у облику електрике, изазваће индустријску и економску децентрализацију. Велика су се индустријска предузећа изводила до сада (угљеном и паром) само с тога што се у свима радњама на велико долази до јевтиније моторне снаге. Чувени немачки професор Рело, (F. Reuleaux) вели на једном месту: „Дајмо маломе занатлији моторну снагу по исто тако јевтину цену, као што је добијају велики индустријалци великим парним машинама, па ћемо осигурати ту важну друштвену класу, ми ћемо је ојачати где она на срећу још постоји а оживићемо је где је већ изумрла.“¹⁾ Кад се учени професор нада да очува и оживи малу индустрију парном снагом по оној цени коју дају велике парне машине, зар је ми нећемо још сигурније очувати и развити кад моторну снагу добијамо по горњем правилу из хидроелектричних централа куд и камо јевтиније но у највећим парним инсталацијама? Централизација моторне снаге у великим парним машинама није више потребна, јер је из водене снаге добијамо и у најмањим размерама јевтиније но у највећим парним постројењима. Индустријска се предузећа

¹⁾ F. Reuleaux. Die Maschine in der Arbeiterfrage.

неће скупљати само око великих вароши као до сада, него ће свако мање или веће место бити један индустриски центар. Помоћу електрике и најдаља и најзабаченија планинска места добиће врло јевтино да не кажемо бесплатно моторну снагу те ће прерађивати сировину онде где се она и производи. А да свака прерађевина лакше сноси транспортне трошкове него сировина, ствар је и сувише јасна. У исти мах у тима ће местима сијнути најмодернија и најсавршенија светлост и заменити луч, лојаницу, петролеум или месечину.

Велика прилагодност електричне струје како за најгрубље тако и за најфиније послове учиниће да ће се сви наши послови вршити електриком. Она ће и код нас ући у куће као што ће заузети прво место и у фабрики и на њиви. Ма колики да је велики значај водене паре био у прошлом веку који се назива век водене паре, значај електрицитета у овом веку биће без сумње још већи и он ће с правом носити име: век електрике. Његова ће девиза бити „све електриком.“

Ова слика није само сан, она није производ маште. Она је стварна и основана на сигурној подлози. Јер и ако употреба електрике привлачи све и свакога својом модерношћу, електрична ће се предузећа развијати нарочито због њихове просте и сигурне финансиско-економске основе. Електрика није само једна општа снага, она је једна прилагодна и економска снага. Треба само сви да желимо да у нашој земљи не буде никога који би њено развијање отежавао или би јој ма у ком погледу сметао.



