

*Populární*

# NEJZNAMENITĚJŠÍ OBJEVY FYSIKÁLNÍ A TECHNICKÉ POSLEDNÍ DOBY.

(O paprscích Röntgenových a jiných. — Telegrafie bezdrátová. — Telefonie bezdrátová. — Telefotografie. — Barevná fotografie. — Říditelné balony a dynamická letadla.)

NAPSALI

prof. Dr. JAROSLAV JENIŠTA  
a inženýr EMIL ŽÍŽKA.

Vydáno péčí redakce populárního technického časopisu

**VYNÁLEZY A POKROKY.**

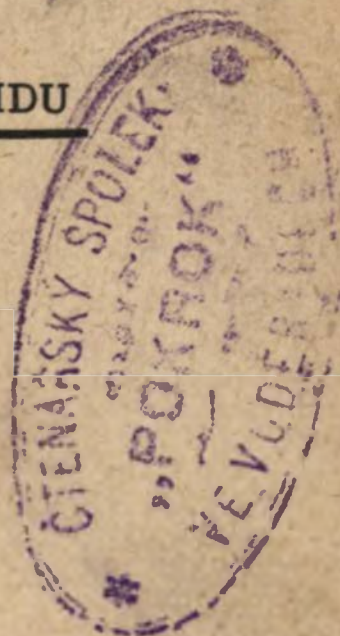
MATICE



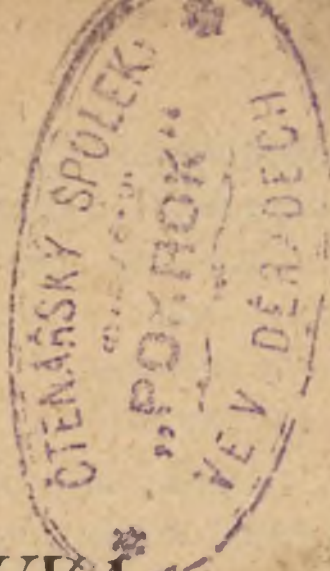
LIDU

Založena r. 1866

V PRAZE  
Tiskem a nákladem F. Šimáčka  
1908.







## PŘEDMLUVA.

Pohlédneme-li na nejnovější výzkumy fyzikální, chemické i technické a vmyslíme-li se v dobu uplynulou jen před několika málo desetiletími zdá se nám, jako bychom se byli octli v pohádkové říši, a přece pramen mnohých moderních objevů, byť i nejasný, je prastarý. Dnešní výzkumy jsou někdy tak záhadné, že zdají se na první pohled otrásati základními zákony fyzikálními, jež byly po staletí považovány za samozřejmé, ba někdy jsme nuceni pozměnití radikálně své staré názory. Výzkumy z konce minulého století a ze století dvacátého jasně dokázaly, že vědění lidské se stále rozvíjí, a možná dost, že za několik století bude se lidstvo dívat na naši dobu jako na dobu „předpotopní“.

Století dvacáté vykazuje na svém počátku tolik zajímavostí o nichž každý denně čítá v novinách stručné zprávy, a objevy tyto jsou významu tak dalekosáhlého, že není ani možno domnívati se, aby někoho nezajímaly. A proto odhodlali jsme se vydati v této populární a do nejširších vrstev obecnstva pronikající sbírce knížku, jež blíže seznamuje čtenáře s hlavními moderními výzkumy fyzikálními a technickými. Jednotlivé oddíly jsou psány co nejjasněji, oddíl druhý — snad nejobtížnější — je provázen některými



vysvětlivkami. Kdo narazí na pojem obtížný, nenech se odraditi, neodlož knížku, ale zeptej se někoho, kdo látku více ovládá, dopiš i nám, odpovíme rádi písemně nebo i delším článkem v populárním technickém časopisu VYNÁLEZY A POKROKY; vždyť jen tak zvyšuje se niveau vzdělání všeobecného.

Knížka tato je první česká práce toho druhu věnovaná širším vrstvám čtenářstva; kéž je přijata s porozuměním a náležitě oceněna.

Redakce populárního technického  
časopisu

**VYNÁLEZY A POKROKY.**





## O paprscích Röntgenových a jiných.

Stěží nalezl by se v posledních letech nějaký objev, jenž by byl větší rozruch způsobil, než objev *paprsků Röntgenových*. Ve všech skoro časopisech obeznamovány byly buď vědecky nebo populárně i nejširší vrstvy s tajemnými těmi paprsky, jež umožňují propátrati i četná tělesa neprůhledná, a hojné přednášky byly konány, k nimž vábila zejména ta okolnost, že při pokusech každý mohl spatřiti svou vlastní kostru, kterážto věc, do té doby naprosto nemožná, zajistila právě celému objevu největší popularnost. Ale to nebyl jediný výsledek, neboť objev paprsků těchto dal podnět k dalšímu zkoumání a tak v několika letech poznány též četné hmoty, jež samovolně vysílají podobné záření, vedle paprsků Röntgenových objevena řada paprsků jiných, objeveny látky radioaktivní a zkoumána podrobně celá energie zářivá, čímž dokonce vznikl i zcela nový názor na hmotu vůbec. Účelem těchto řádků pak jest aspoň v hlavních rysech souborně vyložiti tyto skvělé objevy, jichž důležitost a význam i z toho je viděti, že již několik vynikajících pracovníků v tomto oboru bylo odměněno Nobelovou cenou.

Mluvíme-li někdy v obecném životě o záření, máme na mysli zpravidla jen viditelné záření světelné, které však je jen nepatrná část toho, co vůbec lze nazvati zářením. Vždyť na př. i teplá tělesa vyza-



řují teplo do okolí, vysílají tedy paprsky, ale ovšem neviditelné, tepelné, jichž existenci můžeme dokázatí teploměrem; a podobně je celá řada ještě jiných paprsků neviditelných, jež dají se poznati jen podle různého svého účinku. V oboru různých druhů záření pracuje se neustále, a bylo by možno zaznamenati přčetné velmi zajímavé objevy, ale to vedlo by nás příliš daleko od úkolu, vytčeného tomuto pojednání, tak že se omezíme jenom na úkazy, vznikající při výboji elektrickém.

Jistě je každému čtenáři známo, že, zelektrujeme-li skleněnou tyč a přiblížíme-li k ní na určitou vzdálenost prst, přeskočí elektrická jiskřička. Kdybychom však na př. konce drátů pražské osvětlovací sítě přiblížili k sobě třebaš jen na 1 *mm*, neukáže se nám nic podobného. Proč to? Poněvadž napětí proudu elektrického k osvětlování je velmi malé (v Praze na př. pouze 120 volt), kdežto k přeskočení jiskry jen 1 *cm* dlouhé jest potřebí již napětí asi 25.000 volt. Z toho je tedy patrno, že vzduch klade přechodu elektřiny ohromný odpor, který dá se i při malé poměrně dráze překonati jen značným napětím. Ale není tomu tak za všech okolností. Zředíme-li totiž pomocí vývěvy vzduch v trubičkách, zvlášť k tomu účelu sestrojených, ukáže se, že totéž napětí, při němž přeskočila v obyčejném vzduchu jiskra třebaš jen několik málo centimetrů dlouhá, stačí potom k tomu, aby elektrický výboj proběhl drahou mnohokráte větší. Pokusy tyto provedeny byly ve větším měřítku po prvé asi před 50 lety v Bonnu Plückerem, jenž mohl již použití známých trubic Geisslerových, skleněných trubek rozmanitého tvaru, v nichž vzduch anebo jiný nějaký plyn je zředěn na různý stupeň tlaku. Je známo, že tlak vzduchu a plynu vůbec měří se výškou sloupce rtuťového, který jest oním plynem



udržován v rovnováze. Přístroj k měření tohoto tlaku nazýváme tlakoměrem a jím se též dovíme, že normální tlak vzduchu nás obklopujícího jest udán tlakem sloupce rtuťového výšky 760 *mm*. Klesne-li tedy tlak v nějaké nádobě při zředování na př. na 1 *cm* čili na 10 *mm*, znamená to, že tam pak zbývá pouze 76. díl z onoho množství plynu, jež tam původně bylo. Aby výboj elektrický mohl proběhnouti Geisslerovou trubicí, jsou do ní zataveny dva dráty, jež se spojují se zdrojem elektřiny o vysokém napětí (nejčastěji s induktorem Ruhmkorffovým) a nazývají se elektrody. Abychom tyto elektrody od sebe rozeznali, nazýváme elektrodu, spojenou s kladným pólem zdroje elektrického, *anodou* a druhou, spojenou se záporným pólem, *kathodou*. Při tom však tvar elektrody uvnitř trubice může býti jakýkoliv; buď je to pouhý drát, nebo plocha rovná nebo jakkoliv zakřivená.

Chceme-li se poučiti o změnách výboje při různém zředění vzduchu, jest nejvýhodnější, můžeme-li dobrou vývěvou sami znenáhla vyčerpávati vzduch z dlouhé trubky skleněné, jejíž elektrody jsou stále spojeny se zdrojem elektrickým. Jsou-li elektrody tak daleko od sebe, že napětí zdroje nestačí k vytvoření jiskry ve volném vzduchu, nepozorujeme ničeho zvláštního zprvu ani při zředování až asi k tlaku 50 *mm*, kdy poprvé spatříme na elektrodách slabounké záření. Klesne-li však tlak asi na 10 *mm*, spatříme mezi oběma elektrodami uzounký světlý fialový proužek jako vlákno nějaké, jež volně jde od jednoho konce k druhému. Zředujeme-li ještě dále, rozšiřuje se tento uzounký proužek stále více, až při tlaku 3 až 1 *mm* vyplňuje celou trubicí, ale ne nepřetržitě, nýbrž vrstevnitě, totiž tak, že po celé délce trubky střídají se skoro v stejných vzdálenostech vrstvy



jasné a temné. Toto záření nešíří se přímočaře, nýbrž podobně jako vodní proud prochází drahami všelijak zakřivenými od anody až skoro k samé kathodě; výslovně budiž upozorněno na to, že toto světlo, zvané pozitivní čili kladné, nejde úplně ke kathodě, nýbrž že mezi ním a slabým modravým svitem na kathodě je malý temný prostor. Takovéto trubice, v nichž zředění plynu jest asi až 1 mm a které tedy ukazují zjevy právě uvedené, nazývají se *trubicemi Geisslerovými* a dá se jimi dosáhnouti překrásných světelných efektů, zvláště užijeme-li různých plynů, které pak září rozmanitými barvami.

Avšak nemusíme se spokojiti ani tak malým tlakem, nýbrž můžeme čerpati ještě dále a tu uzříme, jak temný prostor kolem kathody ustavičně se zvětšuje, kdežto pozitivního světla stále ubývá, až konečně zmizí úplně a temný prostor kathodový zaujme celou trubicí. V tomto případě (při zředění asi  $\frac{1}{1000}$  mm) pravíme, že se od kathody šíří paprsky pouhým okem neviditelné, jež se zovou *paprsky kathodové*. Naskytá se ovšem nyní otázka, jak tedy možno tyto paprsky poznati, když prostým okem se nedají pozorovati? K tomu slouží zvláštní jejich účinky. Paprsky tyto vzbuzují totiž v četných látkách, na které dopadnou, silné světélkování, tak že i skleněná trubice, v níž tyto paprsky vzniknou, rozzáří se obyčejně zeleně nebo namodrale. Byl-li pak do trubice vložen nějaký předmět schopný světélkování, rozzáří se vlivem kathodových paprsků velmi jasně a svítí po nějakou dobu i potom, když jsme již výboj elektrický přerušili. Ale paprsky tyto mají i jiné vlastnosti: postupují právě tak úplně přímočaře jako paprsky světelné, tak že předměty v cestu jim vložené vrhají ostré stíny na pozadí světélkující (nedají se tedy již vésti cestou libovolně zakřivenou jako světlo pozitivní), roztácejí



lehounké předměty umístěné na ose uvnitř trubice a oteplují velmi značně, ba i rozežhávají místo, na které dopadají. Zajímavé je též, že se dají odkloniti magnetem, což s paprsky obyčejného světla se nestane, a proto přirozeně hned po objevu paprsků kathodových se soudilo, že podstata jejich je zcela jiná než podstata paprsků světelných. Největší pozornost paprskům těmto věnoval již skoro před 30 lety anglický fysik *Crookes* (čti: krúks), jenž pro pohodlné jejich studium sestrojil i zvláštní trubice, po něm *Crookesovy* trubice nazvané. On sám vyslovil názor, že je zde činiti s přejemnými nějakými částicemi hmoty, vycházejícími od kathody, hmoty ovšem ve stavu jiném, než jaké dosud byly známy. I uváděl, že vedle dosavadních tří skupenství (tuhého, kapalného a plynného) dlužno rozeznávat ještě skupenství čtvrté, hmoty zářivé, jež nazval *skupenstvím ultraplynným*. Názor tento narazil tehdy na odpor četných fysiků, ale asi po čtvrtstoletí dožil se geniální fysik toho zadostučinění, že jeho theorie uznává se nyní v podstatě za jediné správnou, jak později ještě vyložíme.

Paprsky kathodové daly se zprvu pozorovati jen uvnitř skleněné trubice; byl tedy význam jejich čistě vědecký, poněvadž se jich mimo trubici nedalo nijak použítí, jelikož sklem byly úplně pohlcovány. Byla tudíž obrácena pozornost k tomu, zda by nebylo možno dostat je nějak z trubice ven, a tu první byl *Lenard*, jenž ukázal, že paprsky kathodové procházejí skutečně ven tenounkým plíškem aluminiovým do stěny trubice vtaveným, čímž bylo dokázáno, že paprsky kathodové mohou sice vznikat jen v ústředí velice zředěném, ale působiti mohou i ve vzduchu za obyčejného tlaku. Provedenými pokusy se pak ukázalo, že kathodové paprsky nesou s sebou náboj zá-



porné elektřiny, jež přímočaře přechází ohromnou rychlostí od kathody k anodě.

Jelikož však vždy vedle záporné elektřiny máme též elektřinu kladnou, naskytá se otázka, kde asi je tato elektřina? Ta jest též uvnitř trubice, ale dá se mnohem nesnadněji pozorovati. Poměrně nejjednodušeji se o ní přesvědčíme, uděláme-li v kathodě otvory a na tyto otvory připájíme malé trubičky (kanálky); potom lze pozorovati, že od anody směřují ke kathodě jakési paprsky, jež nazýváme *paprsky kanálovými*, které mají sice slabší, leč jinak podobné účinky jako paprsky kathodové, ale magnetem odchyľují se na druhou stranu, což nasvědčuje tomu, že jedná se zde o výboj *kladné elektřiny*.

Jak bylo uvedeno, podařilo se Lenardovi vésti kathodové paprsky aluminiovým plíškem z trubice, ale objev ten nevyvolal nějakého zvláštního vzrušení, ačkoliv byl vlastně již předchůdcem objevu Röntgenova, neboť zde též hmotou, pro obyčejné světlo neprostupnou, procházely zvláštní paprsky. Za to však ohromný rozruch způsoben byl za nedlouho. Bylo to 8. listopadu 1895, kdy *Röntgen*, tehdy ještě professor ve Würzburgu, konaje pokusy se vzduchoprázdnými trubicemi úplně papírem zakrytými, poznal, že stínítko, pokryté látkou fluorescenční (obyčejně kyanidem platičitobarnatým), světlovalo, ačkoliv bylo dosti daleko od nich vzdáleno. Viděl tedy, že takto jsou objeveny paprsky, jež pronikají papírem, a při dalším zkoumání poznal, že nejen papír, nýbrž i jiné látky jsou jimi prozařovány, kdežto některé zase nikoliv nebo zcela nepatrně, kterážto okolnost vzbudila pak ohromný zájem v nejširších vrstvách a získala novému objevu neobyčejnou populárnost. R. 1896 dne 6. ledna předvedl Röntgen po prvé ve Würzburgu tyto paprsky



širšímu kruhu, fysiků a netrvalo dlouho, pokusy ty všude byly opakovány a nové a nové zajímavé podrobnosti objeveny. Snad mnohý z čtenářů se pámataje, jaký údiv vzbuzovaly před léty fotografie kostry jednotlivých částí lidského živoucího těla, jak všude byly vystavovány takovéto obrazy, které vznikly jen tou podivuhodnou prostupností těchto nových paprsků, jež nazvány byly *X-paprsky* anebo po objeviteli *paprsky Röntgenovy*.

Vyložme si, jak takový obraz vznikne. Řekli jsme již, že paprsky Röntgenovy mají tu vlastnost, že dopadnou-li na vhodné látky, vzbuzují v nich světélkování; vedle toho mají však i účinky chemické, působíce velmi mohutně na fotografickou desku. Ale neprocházejí všemi hmotami stejně, nýbrž přibližně lze říci, že propustnost jednotlivých hmot při téže tloušťce záleží na jejich hustotě; čím je těleso hutnější, tím méně paprsků Röntgenových propouští. Tak na př. dřevem projdou, kovem nikoli, a proto lze zcela dobře najíti, jaké kovové předměty jsou uzavřeny v dřevěné nebo papírové neprůhledné skřínce. Podobně procházejí masem, kdežto kostmi jen málo, a proto dá se pozorovati obraz kostry buď na stínítku fluorescenčním nebo na fotografické desce (obr. 1.). Tu kosti objevují se jako temné stíny, měkké části těla jsou pak značně světlejší, a některé snad do těla vniklé předměty dají se tím snáze a zřetelněji rozenati, čím je menší jejich propustnost. Zvláště však dají se tak nalézti kovové předměty (koule, broky, jehly atd)., dají se poznati zlomeniny a p., pročez staly se Röntgenovy paprsky neocenitelnou pomůckou lékaře, jenž může takto velice rychle bez dlouhého bolestného vyšetřování určití polohu vniklého tělesa nebo povahu zlomeniny. Je tedy pocho-pitelno, že v krátké poměrně době snad všechny lé-



kařské chirurgické kliniky byly opatřeny přístroji pro zkoumání lidského těla Röntgenovými paprsky.

Nyní naskytá se otázka: Jak možno to vše pozorovati? Dvojím způsobem: buď pomocí fosforescenčního stínítka anebo pomocí fotografie. Pozo-



Obr. 1. Röntgenografie dětské nohy.

rujeme-li na př. ruku pomocí fosforescenčního stínítka, obalíme lampu Röntgenovou černým sukem, aby záření skla nám nevadilo v pozorování (pozorujeme v tmavé místnosti), ruku dáme blízko k lampě a na ruku položíme stínítko, světlou plochou obrácené k pozorovateli. Pak paprsky z lampy jdoucí pro-  
stupují rukou a na stínítku objeví se přesná kresba

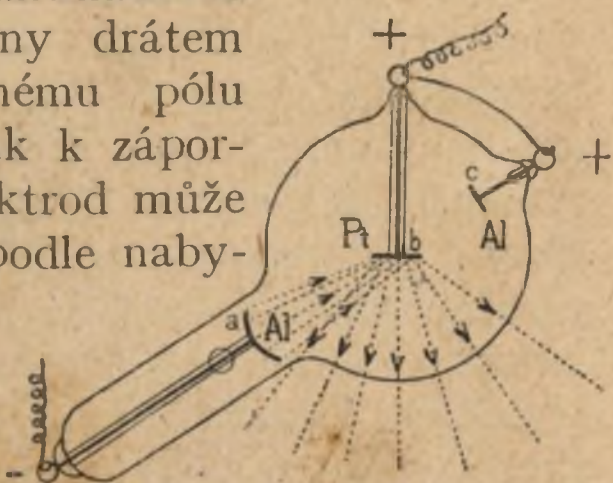


kostry. Výhoda této úpravy spočívá v tom, že možno každou věc propátrati velmi rychle, ba že možno zde pozorovati na př. i srdce lidské v pohybu, ale nevýhoda zase je ta, že jemné podrobnosti ujdou naprosto naší pozornosti. Jedná-li se nám tedy o podrobné vyšetření, užijeme vždy raději fotografického zobrazení, které má kromě toho ještě tu výhodu, že fotografie zůstane stále po ruce jako trvalý doklad toho, co se dalo pozorovati. Úprava pro fotografování je velmi jednoduchá. Pod Röntgenovu lampu do vhodné vzdálenosti položí se citlivou vrstvou vzhůru fotografická deska, uzavřená v kasetě anebo zabalená v černém papíře, a přímo na tuto desku dá se předmět, jejž chceme fotografovati; to lze provésti třeba i při denním světle, které na zabalenou desku nemůže míti žádného účinku. Potom se deska v temné komoře obyčejným způsobem vyvolá a ustálí, čímž obdržíme negativní obrázek Röntgenovy stínokresby, tedy na př. při fotografii ruky světlé kosti a temné pozadí. Při prvních pokusech bylo nutno exponovati desku dlouho, mělo-li se dosáhnouti zdařilých obrázků, ale v nové době, kdy se užívá zdrojů elektřiny o velkém napětí a zdokonalených lamp Röntgenových, klesla expozice velmi značně, tak že lze na př. nyní obdržeti velmi zdařilou fotografii hrudního koše při expozici již 1 nebo 2 vteřin.

Ještě je nutno se zmíniti o tom, jakých lamp se používá pro vyvození paprsků Röntgenových. Původní lampy byly obyčejné lampy Crookesovy, u nichž bylo východiskem paprsků Röntgenových ono místo skleněné trubice, kam paprsky katodové dopadly. Ale když se ukázalo, že zdrojem paprsků Röntgenových je *každé těleso*, na které dopadnou paprsky katodové, ať již je postaveno uvnitř trubice, nebo ať již je to stěna té trubice samotna, po-



čaly se trubice hotoviti jinak. Proti kathodě (obr. 2.) staví se totiž šikmo kovová destička (obyčejně platinová), zvaná *antikathoda*, na niž paprsky kathodové dopadají, a tím tato destička stává se zdrojem paprsků Röntgenových, které pak skleněným obalem vycházejí na venek. Obráz 2. představuje lampu Röntgenovu nejobvyklejšího tvaru. Kathoda *a* i anoda *c* jsou z hliníku čili alumina (chemická značka *Al*), antikathoda *b* pak z platiny (chem. značka *Pt*). Anoda i antikathoda jsou dohromady spojeny drátem a připojeny ke kladnému pólu induktoru, kathoda pak k zápornému pólu. Tvar elektrod může sice býti různý, ale podle nabytých zkušeností ukázalo se, že je nejvhodnější, má-li kathoda tvar asi takový, jaký vidíme na obrázku.



Obr. 2. Röntgenova lampa.

Chceme-li dosíci totiž stínokreseb co nejostřejších, musí zdroj paprsků býti co nejužší, poněvadž jinak by se obrázky objevily velmi rozmazané. Za tím účelem dává se kathodě tvar malé kulové mističky, odkudž se kathodové paprsky sbírají do jediného bodu, ohniska, a přibližně do něho staví se antikathoda, čímž skutečně zdroj paprsků Röntgenových omezuje se na plošku co nejmenší. Trubice Röntgenovy mohou býti vyčerpány buď více nebo poněkud méně; v prvním případě zovou se *tvrdé*, v druhém *měkké*. Tyto vydávají paprsky, které jsou hustými tělesy snadno pohlcovány, tak že dávají na př. obrázky ruky velmi pěkné, s ostře vyznačenými rozdíly mezi kostmi a masem; tvrdé trubice vysílají



paprsky, které jsou poměrně málo pohlcovány a proto obrazy těla lidského nejsou příliš zřetelné. Lze tedy použití trubíc různě tvrdých jen k účelům zcela určitým. Ale ukázalo se, že každá trubice, pracuje-li se s ní dosti dlouho, stává se příliš tvrdou. Je tedy nutno ji po jisté době upotřebení zahoditi? Nikoliv, neboť byla nalezena různá opatření, jimiž lze velikou tvrdost zmírniti tím, že trochu plynu vpuštíme dovnitř trubice.

Uvedli jsme též, že paprsky kathodové jeví značné účinky tepelné; aby tedy tato okolnost nebyla trubici na škodu, dělá se antikathoda dosti veliká, aby teplo vzniklé mohlo se rozšířiti na větší povrch.

Z uvedeného je patrné, že význam Röntgenových paprsků zejména v lékařství je neocenitelný, ale nutno na to upozorniti, že vliv jejich na lidské tělo je také v mnohém ohledu škodlivý. Vznikají na př. jejich působením nebezpečné kožní záněty a pod., tak že každý, kdo pracuje s těmito paprsky, má hleděti k tomu, aby co nejvíce tělo své před nimi chránil předměty kovovými, nejlépe olověnými, jež velmi nepatrně paprsky tyto propouštějí.

Avšak tím, co jsme dosud uvedli, nejsou vyčerpány všechny vlastnosti paprsků Röntgenových. Zajistilo to sice Röntgenovi slávu a popularitu i v těch vrstvách, kde jinak o objevech fysikálních neví se pranic, ale jiná ještě vlastnost zůstala nepovšimnuta, vlastnost, která se stanoviska fysikálního má nesmírnou důležitost a která dala vznik dalšímu velmi podrobnému zkoumání. Poznalo se totiž, že Röntgenovy paprsky vybíjejí velmi rychle tělesa elektrická, na která dopadnou. Jak lze to vysvětliti? Víme, že za obyčejných poměrů je vzduch nevodičem, tak že



tělesa zeлектроvaná podržují svůj náboj velmi dlouho. Vybíjejí-li se však rychle, je to znamením, že vzduch stal se vodivým, že odvádí elektřinu, a to právě se stalo jen vlivem paprsků Röntgenových. Tento zjev nazýváme *ionisací* a říkáme tedy, že Röntgenovými paprsky se vzduch *ionisuje*. Vysvětlujeme si to tak, že působením těchto paprsků částice vzduchové se rozštěpují v části kladné a záporné, jež zoveme *ionty*, které se mohou s opačnou elektřinou na nějakém tělese spojit a tak je vybíjejí.

Poznali jsme tímto celou řadu velice zajímavých vlastností nových paprsků Röntgenových, i je přirozeno, že hned bylo pečlivě hledáno, zda podobných paprsků nevysílají i některé zdroje světelné. Skutečně také poznal r. 1896 japonský badatel *Muraoka*, že svatojanské mušky vysílají vedle světla, jež na nich vidíme a jež tak tajemným často dojmem působí, ještě záření jiné, jež obdržíme, zachytíme-li viditelnou část lepenkou. Záření takto filtrované jeví zcela zřetelné účinky na fotografickou desku, tak že je patrné, že lepenkou dobře prochází. Podobně bylo objeveno, že od kovových destiček, na které dopadly paprsky Röntgenovy, vycházejí zvláštní neviditelné paprsky, působící rovněž na fotografickou desku, které jsou jakýmsi druhotným čili sekundárním zářením Röntgenovým, podobným paprskům kathodovým.

Podobných objevů bychom mohli uvést ještě více, ale všimněme si raději hned objevu nejdůležitějšího, jež učinil francouzský fysik *Henri Becquerel* r. 1896. Viděli jsme, že jak kathodové, tak i Röntgenovy paprsky jsou vždy doprovázeny fosforescencí; i připadli někteří fysikové na myšlenku, zda vůbec není nějaké souvislosti mezi fosforescencí a



tajemnými těmi paprsky. Becquerel počal zkoumati soli uranové (uran je vzácný prvek chemický, který se vyskytuje jen v malém počtu přirozených sloučenin), které se vesměs vyznačují silnou fosforescencí, t. j. které samostatně v temnu světélkují, když byly před tím nějakou dobu osvětleny. Takové soli položil na fotografickou desku, zabalenou do černého papíru, a po vyvolání poznal, že po několikadenním působení deska zcela zřetelně zčernala na těch místech, kde sůl byla položena. S počátku soudil, že zjev tento úzce souvisí s viditelnou fosforescencí, ale když poznal, že paprsky tyto, jež procházejí hmotami neprůhlednými, vznikají i tehdy, když soli uranové nebyly před tím ozářeny, nýbrž třeba několik měsíců před světlem chráněny, dokázal tím základní rozdíl a objevil nové paprsky velice důležité, jež po svém objeviteli nesou název *paprsků Becquerelových*. Že fosforescence na tyto nové paprsky nemá vůbec vlivu, ukázalo se nejjasněji tím, když Becquerel užil kysličníku uranového anebo kovového uranu samého, jenž nejeví žádné fosforescence a přece jevil účinek na desku fotografickou nejenom papírem, nýbrž i tenkou destičkou aluminiovou nebo měděnou. Tuto vlastnost zoveme *radioaktivitou* a o hmotách příslušných říkáme, že jsou *radioaktivní*, což znamená, že vyzařují samovolně a trvale energii ve formě záhadné, aniž by se jim zřejmě nějaká energie odjinud přiváděla.

Leč uran není jedinou látkou, na níž radioaktivita byla pozorována. A tu setkáváme se při této příležitosti se jmény manželů *Curieových*, kteří vědomosti naše o látkách aktivních neobyčejně obohatili, pracující po dlouhou dobu stále spolu v tomto zajímavém oboru. Když pak Dr. Curie před dvěma léty tak tragickým způsobem zahynul (byl přejet tramwayovým vozem v Paříži), věnovala se choť jeho,



rozená Sklodowska, sama další práci a dosud patří k nejpilnějším badatelům o tajemných látkách radioaktivních. Manželé Curieovi vzali si podobně jako Becquerel za předmět badání rudu uranovou a zkoumali, zda i jiná látka nemá podobných vlastností jako uran. A práce jejich byla korunována zdarem, neboť našli látku, která se velice podobala známému kovovému prvku *vismutu*, ale lišila se od něho radioaktivitou mnohem ještě mohutnější, než jakou jevil sám uran. Látka tato na počest vlasti pí. Curie-Sklodowské byla nazvána *polonium* a považována byla s počátku za nový prvek. Ale když podrobena byla důkladnějšímu zkoumání, poznalo se, že nějaký nový prvek nelze v ní najít, což připustili pak i sami objevitelé této látky. Netrvalo dlouho a po objevu radioaktivního vismutu následoval objev nové látky. Z téhož materiálu (rudy uranové) podařilo se manželům Curieovým vyloučit velmi silně účinnou hmotu podobnou baryu, prvku, jenž vyskytá se v hojné míře zejména ve známém nerostu těživci. Poněvadž však baryum samo neukazuje radioaktivity, předpokládali podobně jako již dříve, že tuto vlastnost nutno přičísti novému prvku, který nazvali *radium*. Ovšem prvek ten nepodařilo se dosud zjednat sám o sobě, nýbrž vždy vyskytá se jako sloučenina chemická, nejčastěji jako chlorid radia. Je přirozeno, že i zde se objevily pochybnosti, zda radium jest skutečně nový prvek, či zda je to jen nějaká obměna barya, podobně jako je polonium obměna vismutu. Ale spektrální zkoumání světla, jež vydává rozežhavené radium, ukázalo celou řadu čar spektrálních u jiných prvků naprosto neznámých, tak že skutečně je nutno radium považovati za samostatný prvek, což hlavně též bylo dosvědčeno později určením atomové váhy.



Z uranových rud dá se též vyloučiti olovo, a tu se poznalo, že i toto se liší značně od obyčejného olova, jevíc silnou radioaktivitu. Podobně objevilo se záření i u jiných látek, podobných prvkům dříve již známým, na př. lanthanu a telluru. Aby pak výčet látek jevících nové záření byl úplný, nutno ještě zmíniti se o thoriu, jehož sloučeniny byly vyloučeny opět z rudy uranové; a tu poznána byla též velmi silná aktivita, jež hleděla se připsati novým prvkům. Ze všech uvedených látek je nejaktivnější radium. Jistě všichni čtenáři slyšeli již o obrovské ceně jeho a tázali se, co jest asi toho příčinou; vysvětleme si to. Materiálem nejlepším a skoro jediným pro dobývání radia je *ruda uranová*, zvaná *smolinec*, na kterou doluje se hlavně v Čechách v Jáchymově. Tato ruda pálí se nejprve s uhličitanem sodnatým, louží se horkou vodou a rozředěnou kyselinou sírovou, čímž se uran rozpustí a může se odlíti, tak že zbylá nerozpuštěná část jest úplně zbavena uranu a obsahuje jen sírany četných kovů. Tento zbytek vaří se v koncentrovaném roztoku uhličitanu sodnatého, potom se řádně vypere vodou, vaří v kyselině solné, opět vypere a vaří v uhličitanu sodnatém, načež po proprání zase se vaří v kyselině solné. V tomto stadiu zbývají skoro výhradně jen sírany barya a radia se zbytky několika málo kovů. Ty ovšem musí se též odstraniti a tak po opětné zdlouhavé manipulaci chemické dostaneme pouhý chlorid barya s chloridem radia. Až po tuto dobu provádějí se veškeré práce v továrnách, neboť musí se vzíti veliké množství rudy uranové, aby se poměrně malé množství těchto chloridů vyrobilo. Tak na př. z 1 tuny (1000 kg) smolince vyrobí se pouze 8 kg zmíněných chloridů, tedy ani ne 1 ‰. Byla-li již předchozí práce velmi složitá a únavná, jest následující práce, jež se musí prováděti v labo-

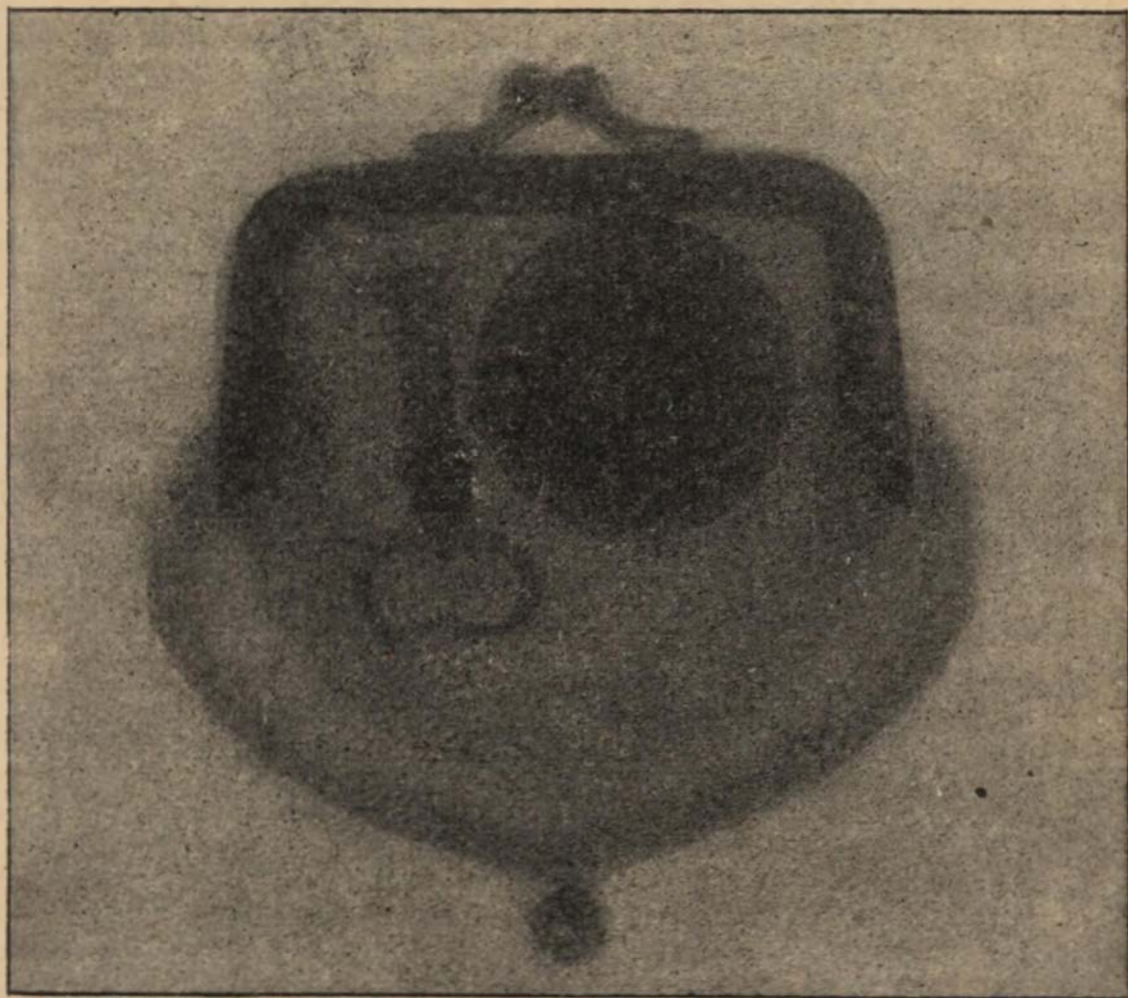


ratoři, ještě mnohem únavnější. Chloridy barya a radia rozpustí se v horké vodě a zahřejí až do varu, načež se roztok nechá chladnouti. Radium je méně rozpustné a tedy krystaluje dříve, krystaly nejdříve vzniklé se proto vyjmou, znovu rozpustí a roztok zase se nechá chladnouti. První krystaly zase se vyjmou a práce uvedená opakuje se s nimi mnohokráte (při tom ovšem nechají se krystalovati i zbylé roztoky, které obsahují radia mnohem méně), až konečně se získá roztok, který obsahuje skoro čistý chlorid radia. Ale látky této zbude nesmírně málo; počalo-li se pracovati s oněmi vyrobenými 8 kg chloridu barya a radia, zbudou na konec jen asi 2 decigramy čistého chloridu radia, což znamená, že v uranové rudě jest pouze asi pětimilliontý díl radia. Čisté kovové radium dosud nebylo vyrobeno, ne snad proto, že by nebyla známa cesta k jeho výrobě, nýbrž proto, že by k tomu bylo potřebí ještě větší množství uranové rudy, což znamená ohromný náklad finanční. Vždyť i milligram chloridu radiového stojí nyní 50 K, tak že by i kg tohoto chloridu stál 5 millionů K. Za tuto cenu nemůže však radium nikdo dnes koupiti, neboť na celé zemi není vůbec takové množství hotového radia; veškerá zásoba, která je nyní k dispozici, obnáší sotva několik gramů.

Řekli jsme, že ze všech hmot radioaktivních radium má aktivitu největší. Jak to lze srovnávat? Za tím účelem všimněme si vlastností hmot radioaktivních. Uvedli jsme již, že Becquerelovy paprsky mají značnou podobnost s paprsky Röntgenovými v tom, že pronikají i tenkými neprůhlednými lístky kovovými, černým papírem, dřevem, koží atd., vzbuzují světélkování, působí na fotografickou desku, tvoříce podobné obrázky jako jsou stínokresby Röntgenovy, a kromě toho ionisují vzduch a vybíjejí elek-



trický náboj na různých tělesích. Ale veškeré tyto účinky jsou mnohem slabší než u paprsků Röntgenových, jak zejména dobře je viděti na obr. 3., představujícím radiografii kožené peněženky s kovovým závěrem, do které vloženy byly peníze a klíček.

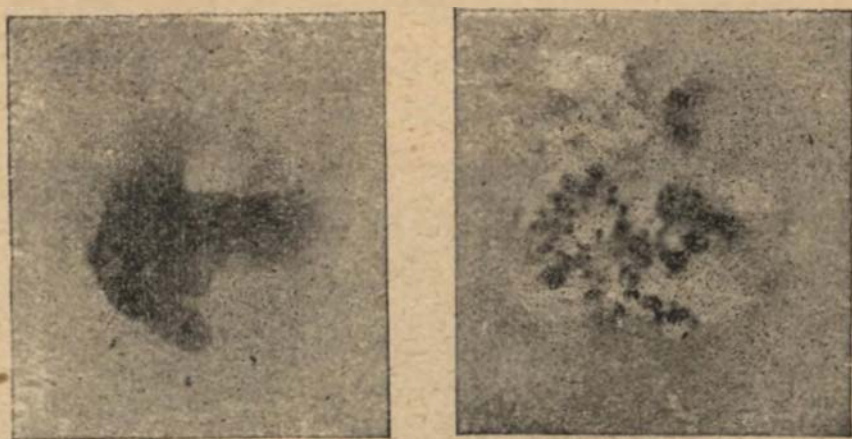


Obr. 3. Radiografie peněženky.

Pro srovnávání aktivity hodí se buď účinek na desku fotografickou anebo na nabitý elektroskop. Pomocí fotografie zkoumáme to tak, že danou hmotu zabalíme do černého papíru a položíme na fotografickou desku. Po určitém čase desku vyvoláme a tu existence radioaktivity objeví se na desce v podobě temné skvrny, jež je tím jasnější, čím je látka aktiv-

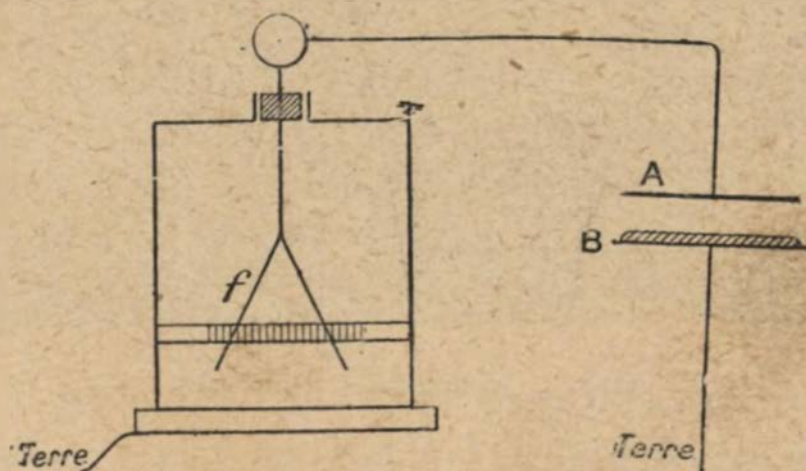


nější; to se dá dobře pozorovati z připojených obrázků (obr. 4.). Nějaké přesné měření je zde ovšem nemožné, ale za to dá se provésti methodou druhou,



Obr. 4. Účinek solí radioaktivních na desku fotografickou.

pomocí vybíjení elektroskopu. Celé uspořádání je patrné z obrazce 5. Jedna deska kondensátoru  $AB$  jest odvedena k zemi, druhá pak je spojena s pozlát-



Obr. 5. Měření aktivity elektroskopem. Terre = země.

kovým elektroskopem. Za obyčejných poměrů je vzduch uzavřený mezi oběma deskami kondensátoru nevodičem, tak že elektroskop zůstane nabit. Jakmile však na desku  $B$  položíme radioaktivní látku, stane se vzduch více nebo méně vodivým, podle akti-



vity oné látky, a elektřina se tedy odvede k zemi. Abychom pak mohli aktivitu srovnávat, stačí, když měříme rychlost, s jakou při stejném uspořádání klesnou lístky elektroskopu; čím je tato rychlost větší, tím je větší i aktivita.

Jiná vlastnost látek radioaktivních je ta, že samy světélkují a také ve hmotách fosforescence schopných světélkování způsobují. Tak na př. chlريد radiový světélkuje jako svatojanská muška; leč nesvítí jen látka tato sama, nýbrž i bavlna, kterou jsme skleněnou trubičku s chloridem obalili. Přiblížíme-li radiový praeparát zabalený v neprůhledný papír v čiré tmě k spánku nebo k odpočatému oku, máme pocit, jakoby celé oko bylo naplněno světlem; snad je příčinou toho fosforescence sklovité hmoty v oku, vzbuzená radiem. Také fosforescenční stínítka nebo i jiné látky uvedou se paprsky radiovými v živé světélkování. Fosforescence, vzbuzené vlivem paprsků Becquerelových, dá se použití též k rozeznání diamantů pravých od napodobených; kdežto totiž pravý diamant intensivně zasvitne, dopadnou-li naň ony paprsky, diamant nepravý nezasvitne vůbec anebo jen v míře velice nepatrné.

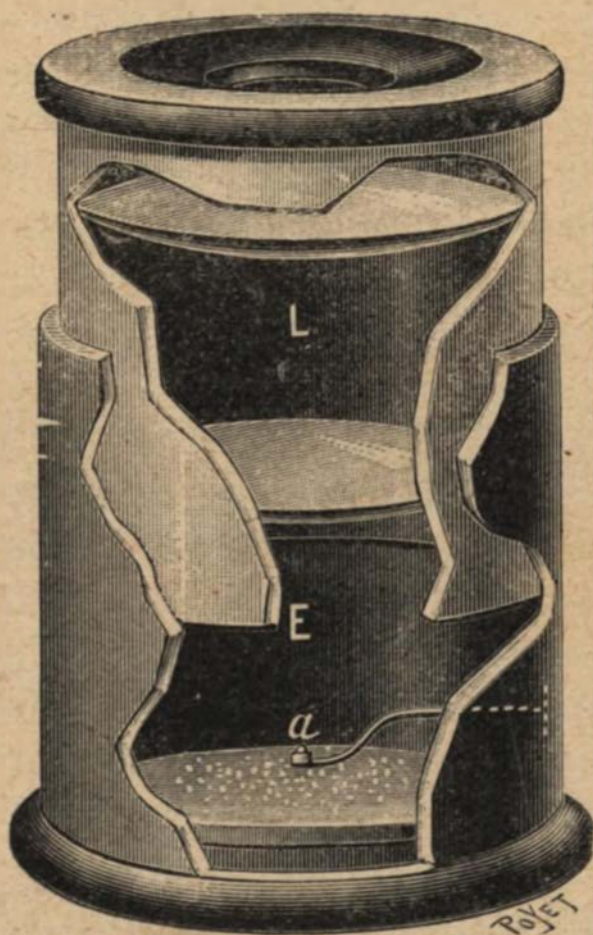
Překrásně dá se pozorovati záření hmoty fosforescenční vlivem paprsků radiových v přístroji od Crookesa sestrojeném a zvaném *spinthariskop* (obr. 6.) Kousek soli radiové je tu připevněn na konci kovového drátu *a* a jest umístěn jen několik desetin milimetru před stínítkem *E* ze sirníku zinečnatého. Díváme-li se ve tmě silnou lupou *L* na stínítko, jež je k radiu obráceno, vidíme, že je pokryto velkým množstvím stkvoucích bodů malinkých, jež zdají se pohybovati. Vypadá to, jako bychom se dívali na zčeřenou hladinu jezera, v níž zrcadlí se nebe, pokryté třpytícími se hvězdami. Je-li stínítko vzdá



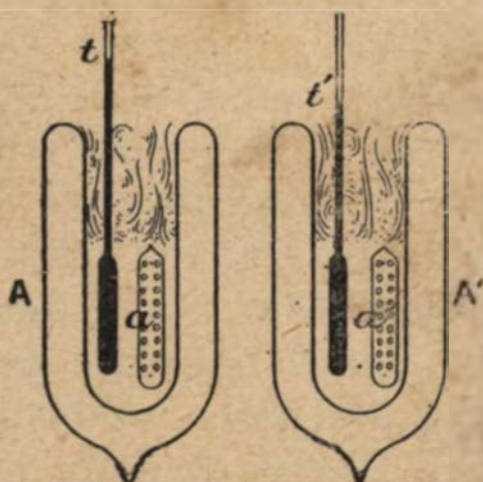
lenější od radia, vidíme na jeho povrchu jen několik světelných skvrn; proto je tedy celý přístroj upraven tak, že tato vzdálenost dá se v určitém rozmezí regulovati. Crookes vykládá tento zjev tak, že každý světlý bod představuje skutečný náraz na stínítko; je to tedy tak, jako by od radia byly vysílány malé

projektily, které stínítko stále bombardují.

Již z uvedených dosud příkladů je patrné, že radium vydává stále jakousi energii; ještě lépe je



Obr. 6. Spinthariskop Crookesův.

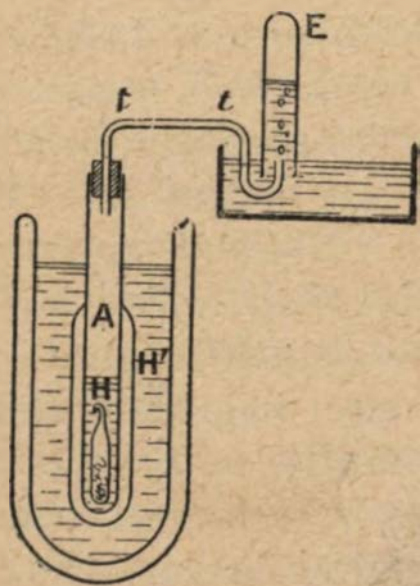


Obr. 27. Vývoj tepla látkami radioaktivními.

to však viděti na účincích tepelných, jimiž se dá vzniklá energie dokonce i měřiti. Mějme nádobu (A obr. 7.) úplně chráněnou od venkovských vlivů tepelných. Do nádoby této vložme trubičku *a*, obsahující trochu soli radiové, a teploměr *t*. Když se teplota ustálí, vidíme, že teploměr *t* ukazuje stále o několik stupňů více než jiný teploměr *t'* podobně umístěný, u něhož však trubička *a'* je naplněna nějakou hmotou ne-



účinnou. Měřiti pak dá se vzniklá energie způsobem znázorněným na obr. 8. Trubice *A*, dobře uzavřená a obklopená tepelným izolátorem, obsahuje v sobě trochu tekutého vodíku *H* a je spojena odváděcí trubicí *t* se zkumavkou *E* naplněnou vodou. Trubice *A* i její izolátor jsou ponořeny do tekutého vodíku (teplota — 252° C), aby byly naprosto chráněny od tepelného vlivu okolí. Je-li vše takto upraveno, neuniká vůbec žádný plyn trubicí *t*, ale jakmile do *A* vložíme nádobku s nějakou solí radiovou, počne se ihned vlivem vysílaného tepla proměňovati kapalný vodík v plyn, jenž v bublinkách vychází a jímá se ve zkumavce *E*. Tak na př. našli manželé Curieovi, že 7 decigramů bromidu radia vytvořilo za minutu 73 *cm*<sup>3</sup> plynného vodíku; z toho pak bylo vypočteno, že asi 8 *kg* radia mohlo by býti stálým motorem pro stroj, vyžadující k pohonu i koňské síly. Byla by to ovšem velmi drahá hybná síla, jak je patrné z toho, co již dříve bylo uvedeno, ale měla by tu výhodu, že bychom se o ní vůbec nemusili starati, a že by přece sama práci konala. Dostáváme tedy snad zde práci z ničeho? Nikoliv, neboť ta energie, kterou radium vydává, má svůj původ ve vnitřní jeho přeměně, jak ještě později bude vyloženo.



Obr. 8. Vypařování kapalného vodíku účinkem solí radioaktivních.

Jiné zajímavé účinky paprsků Becquerelových jsou *účinky chemické*. Tak na př. bílý fosfor, je-li jimi ozářen po delší dobu, mění se v červený. Některé látky fosforescenční působením paprsků Bec-



querelových zkrystalují a nejeví pak již fosforescence. Kyslík lze proměnit v ozon, podobně jako se děje při výboji elektrickém. Účinkem radia nabývá sklo barvy fialové, hnědé, ba i černé, kteréž zabarvení zůstává, i když vzdálíme sůl radiovou. Roztok nějaké soli radiové ve vodě rozkládá tuto vodu v prvky, z nichž je složena, totiž ve vodík a kyslík. K chemickým účinkům patří též působení radiových paprsků na desku fotografickou, o čemž již dříve bylo promluveno. Zvláštní účinky jsou ty, že zelené barvivo listové, zvané chlorofyl, působením těchto paprsků se ničí. Některá semena — jako na př. hořčičná — po delším ozáření pozbývají klíčivosti.

Některé paprsky, vycházející ze solí radiových, překázejí i vývoji bakterií, čímž přicházíme k *účinkům fyziologickým*, které podobným způsobem jeví i paprsky fialové i Röntgenovy. Fyziologické účinky ukázaly se nejprve velmi nepříjemným způsobem. Becquerel nosil několik decigramů nečistého radia v lahvičce uzavřené a zaobalené ještě do lepenkového pouzdra asi šest hodin v kapse u vesty; po deseti dnech povstal proti tomuto místu na kůži tak silný zánět, že jeho léčení trvalo asi 7 týdnů. Podobně jiný badatel upevnil si kousek radia ve dvojnásobném celluloidovém obalu na vnitřní straně záloktí a nosil jej asi dvě hodiny. Po odejmutí radia vznikl tam silný zánět a puchýř, jenž se vyléčil též teprve za delší dobu. Pí. Curieové objevily se rovněž při častém zacházení s radiem bolestivé záněty na koncích prstů, s nichž i kůže se sloupala. Paprsky tyto působí dále mohutně i na míchu a mozek. Byla-li zvířata některá vystavena po delší dobu jejich účinku, byla stížena ochrnutím a zhynula v několika dnech. Můžeme tedy plně věřit prof. Curieovi, jenž pravil, že by se neodvážil vstoupiti do místnosti, ve které by byl kilogram



čistého radia, poněvadž by to znamenalo určitou, neodvratnou smrt. Ale když poznány byly tyto škodlivé účinky, je přirozeno, že bylo zkoumáno, zda by se právě těchto účinků nedalo též použití k účelům lékařským. A tu se poznalo, že při opatrném zacházení s nimi lze jich skutečně k některým operacím lékařským použití. Tak na př. možno trvale odstraniti chloupky z kůže, jež několikráte po krátkou dobu byla vysazena účinkům paprsků radiových. Důležitější však jsou výsledky, jichž se dosáhlo při léčení leckterých kožních chorob a hlavně při léčení rakoviny. Podle některých pokusů bylo vysloveno přesvědčení, že v látkách radioaktivních konečně je nalezen neomylný prostředek hlavně proti rakovině, ale zdá se, že jásot byl předčasný, neboť dosavadní pozorovací materiál nestačí ještě k tomu, aby se dal již vysloviti konečný, rozhodný úsudek.

Radioaktivní látky nevysílají však paprsků pouze jediného druhu, nýbrž záření jejich je dosti složité. Podrobnými pokusy se ukázalo, že u radia nutno rozeznávat troje paprsky, jež svými účinky se liší a jež označujeme počátečními písmeny řecké abecedy  $\alpha$ ,  $\beta$  a  $\gamma$  paprsky (čti: alfa, béta a gama). Nejlépe dají se rozeznati podle toho, jak se chovají vůči silnému magnetu. Za obyčejných poměrů vycházejí totiž všechny paprsky z radioaktivních látek stejným směrem, dáme-li však radiový praeparát k silnému magnetu, dá se stanoviti, že jeden druh paprsků nerušeně jde tímž směrem jako dříve, druhý uchyluje se velmi značně v jednu stranu a třetí konečně jen velmi málo se odkloňuje na stranu opačnou. První druh zde uvedený, jenž magnetem se vůbec neuchyluje, jsou  $\gamma$  paprsky. Jsou velice podobny paprskům Röntgenovým, jež také magnetem se nedají odchýliti, a jako tyto prostupují i v silných vrstvách látky



neprůhledné. O prostupnosti jejich nejlépe svědčí to, že deska ocelová 1 *cm* tlustá není pro ně vůbec překážkou, ba že se dá jejich účinek poznati ještě skrze desku železnou 20 *cm* tlustou. Paprsků těchto vychází z radia poměrně velice málo, ale přece jejich existence je dokázána zcela určitě. Druhé paprsky, jež se magnetem velmi značně uchylují, nesou s sebou záporný elektrický náboj; nazývají se  $\beta$  paprsky a jsou velmi podobny paprskům kathodovým. Všechny nejsou odchylovány stejně, tak že je patrné, že toto  $\beta$  záření není zářením stejnorodým, a podle toho, jak jsou odchylovány, jsou více nebo méně pohlcovány vzduchem nebo jinými látkami. Dají se tedy právě jimi provésti velmi pěkné radiografie (tak zoveme fotografie provedené zářením látek radioaktivních). Paprsky tyto z celého záření radiového jsou nejznámější, poněvadž jejich účinky se dají nejsnadněji pozorovati, avšak nijak nejsou největší částí tohoto záření, neboť přes 98% celé energie, vysílané radiem, spočívá v posledním druhu paprsků, jež nazýváme  $\alpha$  paprsky. Tyto paprsky odchyľují se magnetem velmi nepatrně v opačnou stranu než paprsky kathodové, což zdá se nasvědčovati tomu, že nesou s sebou elektrický náboj kladný, čímž by byly velmi podobny dříve již uvedeným paprskům kanálovým. Paprsky tyto jsou velmi silně pohlcovány, tak že již i trochu větší vrstva vzduchová je pro ně neprostupná. Zdá se, že právě tyto paprsky vzbuzují onen krásný zjev, jež lze pozorovati v Crookesově spinthariskopu a jež jsme popsali na str. 24.

Avšak radioaktivní látky vedle uvedených tří druhů paprsků vysílají také neustále skutečný *hmotný plyn* radioaktivní, jemuž bylo dáno jméno *emanace* a jenž se chová právě tak jako ostatní plyny a dá se značným ochlazením zkapalnit. Tato ema-



nace má tu vlastnost, že prchá do okolního prostředí, směřuje se se vzduchem anebo plyny, vzbuzujíc v nich aktivitu, kterou nazýváme *radioaktivitou indukovanou*; ta pak dá se přenést dále ještě i na látky tekuté nebo tuhé. Naskytá se otázka, jak lze poznati, zda nějaké těleso samo ze sebe vysílá paprsky radioaktivní, či zda má pouze aktivitu indukovanou? To se dá určití nejjednodušeji podle toho, jak dlouho ony paprsky vycházejí; kdežto totiž na př. u radia nelze v krátké době nijak pozorovati úbytek energie zářivé, klesá při indukované aktivitě energie ona velmi rychle a po několika dnech zmizí úplně. Dala by se tedy emanace srovnati nejspíše s nějakou vonnou látkou, jež také z otevřené nádobky vyprchá a rozšíří se po velikém prostoru, pronikajíc póry látek jiných.

Když se ukázalo, že emanace má podobné vlastnosti jako radiové látky samy, bylo zkoumáno, zda snad i v obyčejném atmosférickém vzduchu není emanace obsažena, hlavně proto, že již dříve bylo známo, že takovýto vzduch není dokonalým izolátorem. Původně to bylo připisováno vlhkosti ve vzduchu, ale když se poznalo, že právě naopak často ve vzduchu mnohem sušším hůře se elektrický náboj udržel, musilo se předpokládati, že je příčina toho jiná, totiž ionisace vzduchu, a skutečně též pokusem pak byla emanace ve vzduchu nalezena. Ale odkud dostala se emanace do vzduchu? Tu nelze souditi nic jiného, než že emanace ta vychází ze země. A opravdu poznalo se, že země sama je radioaktivní a že hlavně vody z větších hloubek vyvěrající mají v sobě mnohem více radioaktivity, než obyčejná voda pramenitá. Vzduch pak nad zřídly je též značně radioaktivní a proto zdá se zcela oprávněnou domněnka, že léčebné vody z lázeňských míst jinam zasílané



nemají stejného účinku jako na místě samém, protože voda, přijde-li do ovzduší méně nasyceného emanací, vydává radioaktivní plyn a pak neúčinkuje již stejně.

Sopečné bahno, známé pode jménem *jango*, jež vystupuje ze značné hloubky, je také mnohem více radioaktivní, než obyčejná láva na povrchu zemském, a proto se ho hojně užívá k lékařským účelům ; každý čtenář zná aspoň z novinářských insertů fangoléčebný ústav v Praze. V novější době vůbec příkládá se značná léčivá moc radioaktivním látkám i emanaci a proto zamýšlí rakouská vláda již letošním rokem učiniti z Jáchymova lázeňské místo, jelikož je tam nejvýznamnější naleziště hmot radioaktivních, takže vzduch i všechny prameny tamější jsou velmi značně prosyceny emanací.

Jaký však je výklad těchto tajemných paprsků? Odpověď k tomu souvisí úzce s výkladem o hmotě vůbec a pozměňuje značně dosavadní naše názory o složení jednotlivých těles. Jak jest obecně známo, nazývají se nejmenší hmotné částčky stejnorodých těles, jež žádným mechanickým způsobem (na př. štípáním, drcením a t. d.) nedají se již dále dělití, *molekuly*. Ty však nejsou ještě útvary jednoduchými, nýbrž *chemicky složenými*, tak že chemickou cestou se dají dělití ještě dále v částčky nepatrné, ani chemicky potom dále již nedělitelné, jež nazýváme *atomy* (řecky, znamená nedělitelný). Tak na př. molekula vody skládá se celkem ze tří atomů, dvou atomů vodíku a jednoho atomu kyslíku; molekula křídly z pěti atomů, a to z jednoho atomu vápníku, z jednoho atomu uhlíku a ze tří atomů kyslíku a t. d. Látky zde uvedené: vodík, kyslík, uhlík, vápník a řada jiných (celkem skoro 80) nedají se již v jiné rozložiti a slují *prvky*. Atom jejich byl dosud považován



za nejmenší dále již vůbec nedělitelnou částčku, ale nejnovější objevy z oboru zářivé energie zviklaly značně tyto dosavadní naše názory. Z některých zjevů ukázalo se býti pravděpodobným, že atomy jsou zase jen seskupením částic mnohem menších, a tyto nepatrné částky liší se od atomu podstatně tím, že jsou vždy nabity elektrinou, odkudž dostaly též název *elektron*. Touto domněnkou elektronovou zavádí se tedy za základ veškeré hmoty kolem nás *částčka elektrická*.

Když tuto domněnku přijmeme, není třeba považovati již všechna tělesa za hmoty složené z různých prvků, nýbrž z ohromného množství stejných částček, elektronů kladných a záporných, které podle toho, v jakém počtu jsou k sobě seskupeny, dávají vznik oněm prvkům. Dosud rozeznávali jsme *hmotu* jako něco samostatného a vedle ní *energii*, jako cosi na hmotu vázaného, což vedlo i k vyslovení dvou nejdůležitějších vět pro chemii a fysiku, vět o zachování hmoty a energie, že totiž souhrn veškeré hmoty i energie ve vesmíru je stálý, že tedy nic nemůže přijíti na zmar, nýbrž nanejvýš jen se objeví v jiné podobě. Tak na př. spálíme-li kus uhlí, je zbytek po spálení sice lehčí, ale kdybychom zachytili všechny plyny, jež při spalování vystupují, shledali bychom že váha jejich rovná se právě onomu úbytku, tak že se nic neztratilo. Letí-li kámen a dopadne-li na zem, ztrácí veškerou energii svého pohybu, ale jen zdánlivě, jelikož tato změnila jen formu, proměnivši se na př. v energii tepelnou, tak že celý kámen se oteplí.

Nová theorie elektronová jako nový základní zákon vyslovuje přirozeně větu o zachování elektriny; podle ní existují nepatrné hmoty nabité elektrinou kladnou nebo zápornou, *elektrony*, jichž úhrnné množství ve vesmíru je stále stejné. Nedá se tedy elek-



třina ani vytvořiti ani zničiti, nýbrž může se jenom objeviti v různé spojitosti. Stejné množství elektřiny kladné a záporné se ruší, proto tedy i elektron kladný sloučený se záporným (jelikož mají oba stejné množství elektřiny, byť i hmota jejich nebyla stejná) dává látku neelektrickou čili neutrální. Jestliže však vyskytne se v nějaké hmotné částice *přebytek* jedné nebo druhé elektřiny, je celá tato částice již elektrická čili nabitá, a může se účinkem toho přebytku pohybovati; odtud dostala i jméno kladný nebo záporný *ion* (z řeckého *ión* = jdoucí). Každý plyn, jenž obsahuje takové ionty volně pohyblivé, nazýváme *ionisovaným*, postup pak, jímž neutrální částice rozkládáme v *ionty*, zoveme *ionisací* a prostředky k tomu *ionisátory*. Tak na př. vzduch může být též ionisován, a o této ionisaci nejlépe se přesvědčíme tím, že pak vzduch vodí elektřinu, což jsme již vyložili při paprscích Becquerelových, jichž působením dá se vybiti elektroskop. Jsou tedy Becquerelovy paprsky vhodným ionisátorem, leč nikoliv jediným. I uveďme, jaké ionisátory vůbec známe. Na prvním místě je to vysoká teplota; zvýšením teploty je totiž možno neutrální částice plynů rozložiti a tak tedy je ionisovati. Při chemických pochodech, na př. při spalování plynů, při vypařování některých solí a pod., vzniká též silná ionisace; podobně i fosfor činí vzduch vodivým, t. j. ionisuje jej. Zvláštním druhem jest ionisace paprsky iontovými kladnými nebo zápornými, jež nazývají se tak proto, že mají v sobě náboj buď kladný nebo záporný. Jsou to dříve již uvedené paprsky kathodové a kanálové. Konečně jsou ionisátory paprsky ultrafialové, paprsky Röntgenovy a paprsky Becquerelovy.

Vidíme tedy, že všechny paprsky, jež jsme předvedli ve vzniku jejich a účincích, ionisují vzduch



i jiné plyny a tak dovolují nahlédnouti poněkud blíže ve vlastní svou podstatu, čemuž věnujeme ještě několik řádek.

Uvedli jsme hned na počátku *paprsky katodové* a připojili jsme, že Crookes, jejich objevitel, soudil, že jsou to skutečné hmotné částčky, jež od jednoho konce vzduchoprázdne trubice pohybují se ke druhému. A tento názor v novější době došel potvrzení, neboť se poznalo, že katodové paprsky jsou nepatrné, zápornou elektřinou nabitě hmoty, jež jsou ještě mnohem menší než atomy; jsou tedy podle toho *volnými zápornými elektrony* a tudíž *ionty*. Tyto paprsky mají vždy záporný náboj, tak že představují elektrické proudění, jež dá se též magnetem odchýlit. A jelikož mají tedy v sobě energii, dají se z toho docela dobře vysvětliti i jejich účinky, jako na př. mechanické, tepelné, optické a chemické.

K paprskům iontovým patří též *paprsky kanálové*. Jsou to *kladně nabitě pohyblivé ionty*, jichž hmota je značně větší, než hmota částic v paprscích katodových. To podmiňuje ovšem i mnohem menší rychlost jejich. Jinak jsou úplně obdobny s paprsky katodovými, vzbuzují podobné účinky a jenom magnetem odchyľují se v opačnou stranu než ony, jelikož jsou nabity opačnou elektřinou.

U *paprsků Röntgenových* je výklad obtížnější, ale nejsprávnějším zdá se ten názor, že vznikají jednotlivými prudkými a krátkými rozruchy étheru, té látky přejemné, která celý vesmír vyplňuje a je nositelem světla i elektřiny. Rozruchy ony jsou pak způsobeny nárazem paprsků katodových na anti-kathodu, od které se paprsky Röntgenovy rozšiřují.

*Podstata paprsků Becquerelových* není tak jednoduchá, protože vedle hmotné, plynné emanace nutno rozeznáváti ještě jiné tři druhy paprsků; z těch pak



$\alpha$  *paprsky* jsou podobně jako paprsky kanálové kladně nabitě hmotné částčky,  $\beta$  *paprsky* skládají se ze záporných elektronů a  $\gamma$  *paprsky* jsou podobně jako Röntgenovy paprsky jednotlivé prudké rozruchy étherové.

Co je zdrojem paprsků kanálových, kathodových i Röntgenových, není snadno uhodnouti: jsou to výboje elektřiny ve zředěném plynu. Ale odkud se bere ono samovolné ustavičné záření látek radioaktivních? V čem spočívá jeho zdroj? Zákon o zachování energie praví, že každá vysílaná energie musí býti něčím vyvažována, že nemůže vznikat z ničeho, a tu náhle tyto látky zdají se tomu odpírati. Vždyť nám zde skutečně připadá, jako by energie byla z nich vysílána ustavičně bez veškerého pozorovatelného přivádění energie nějaké odjinud. Nová theorie elektronová přispěla i zde asi k správnému rozřešení této otázky. Zákon zachování energie platí i zde, neboť tajemná energie radioaktivní má původ ve vnitřoatomovém rozkladu. Theorii, jednající o rozpadávání atomu čili theorii desagregační, podali Angličané *Rutherford* a *Soddy*. Bylo již řečeno, že atom si představujeme jako shluk velkého množství elektronů kladných, jež tvoří jádro atomu, a elektronů záporných. Tyto elektrony jsou u prvků obyčejných trvalé, pevně k sobě lnou, ale u látek radioaktivních unikají ustavičně, vysílajíce určité záření. Proto přirovnávají moderní angličtí badatelé radioaktivní atom k nabitě pušce; jako v této, tak i v atomu radioaktivním dríme energie, kterou u pušky můžeme vybaviti stisknutím kohoutku. Ale vybavitelná energie z atomu radioaktivního není v naší moci; ať atom zahříváme nebo ochlazujeme, ať s ním děláme cokoliv, děje se jeho rozpadávání zcela stejně, my děj tento nemůžeme ani urychlit ani zpozditi. Počet



atomů, který se současně rozpadá, může býti různý, a podle toho rozeznáváme látky různě aktivní. Ovšem atom, který se rozpadne, který tedy vypouští ze sebe část elektronů, není již atomem toho dřívějšího prvku, nýbrž nějaké jiné látky, jakéhosi nového prvku, který se po případě může rozpadati dále, až k prvku takovému, jenž je stálý a dále se nerozpadá. Tak na př. bylo skutečně pokusem dokázáno, že *radiová emanace*, onen hmotný plyn z radia unikající, *promění se* za nějakou dobu v *helium*, prvek již dříve známý a naprosto od radia odlišný. Vidíme zde tedy skutečnou přeměnu prvku v prvek jiný, tak že maně vzpomínáme při tom na sen starých alchymistů, kteří také nic nechtěli jiného, než jeden prvek přeměňovati ve druhý, kov lacinější v kov vzácnější.

Radioaktivní látky nepřemění se však ihned v prvky stálé, nýbrž dříve v látky, které delší nebo kratší dobu vytrvají a které, jsouce jakýmsi přechodnými tvary, jsou nazvány *metaboly*. Některé tyto látky trvají jen několik vteřin, jiné však za to třeba několik set nebo tisíc let. A právě tato věc vysvětlí nám též něco, co snad každému při bedlivější úvaze napadne. Když stále rozpadávají se jednotlivé atomy radia, pak v době třebas hodně dlouhé, ale přece konečné, musí nutně radium samo zmizeti. Skutečně také výpočtem bylo stanoveno, že životní doba radia dá se odhadnouti asi na 2000 let. A proto v těch 10 letech, po které radium známe, nedal se ještě žádný úbytek hmoty stanovit. Ale jak možno si vysvětliti, že ještě dnes radium máme, když jeho životní doba je přece poměrně jen malá? To nelze jinak, než předpokládáme-li, že radium je také jakési *metabolon* nějaké hmoty jiné, ovšem *metabolon* dlouho trvající, a to skutečně zdá se i pokusem býti dotvrzeno. Mateční pak látkou radia je nejspíše uran, z ně-



hož se radium ustavičně tvoří. A co se stane asi z radia? V dlouhých letech prodělá mnoho změn a nejspíše asi konečným produktem jeho bude olovo, které jako trvalý prvek zůstane nezměněno. Zůstane tak i na dále? Jsou vůbec ty prvky, jež nyní známe látkami neměnitelnými, jež jsou v jakési stálé rovnováze? Těžko říci. Doba, po kterou známe tajemné tyto úkazy, je příliš krátká, abychom mohli povědět již něco určitého, ale lze doufat, že v budoucnu podaří se nám ještě více odhaliti tento tajemný závoj, jenž ducha lidského nutí k stálému badání.

Prof. Dr. *Jaroslav Jeništa.*

---



## II. Telegrafie bezdrátová.\*)

V posledních letech způsobila vedle paprsků Röntgenových ohromný rozruch hlavně *telegrafie jiskrová* neboli *bezdrátová*. Každé chvíle můžeme čísti v novinách o novém úspěchu této telegrafie, která si dobývá stále většího rozšíření, ač ovšem nikterak nelze souditi, že by úplně zatlačila obyčejnou telegrafii Morseovu. V našich krajinách dosud nemáme stanice pro tuto telegrafii a proto podstata její pro širší vrstvy je dosud málo známa, ale jistě zájem o ni velmi značně stoupne letošní jubilejní výstavou pražskou, kde je zařízeno telegrafování jiskrové mezi Prahou a Karlovými Vary.

Do nedávné doby každý byl přesvědčen, že elektřina je vázána jen na kovové dráty a že jen po nich se dá převáděti do dálky, ale ukázalo se, že tomu tak není, nýbrž že lze elektřinu i bez drátu, pouze vzduchem převésti na jiné místo i velmi vzdálené a tam jí použiti k účelům přerozmanitým. Tak na př. bylo s úspěchem takového přenášení použito k řízení člunů podmořských a pod., ale dosud nejhojněji se ho používá k telegrafování, o čemž také nejvíce hodlám vyložiti. Myšlenka přenášení signály elektrické do dálky bez přívodních drátů není nikterak nová. Již r. 1842 provedl *Morse*, objevitel obyčejné a dosud stále používané telegrafie, první pokus telegrafování bez drátu. Chtěl ukázati, že lze i přes moře telegrafovati a spojil dvě místa podmořským kabelem (jako

\*) Viz vysvětlivky na konci knížky.



se děje i nyní), čímž dosáhl skutečně správného telegrafního spojení. To však dlouho netrvalo, neboť kabel se vodním proudem přetrhl. Zkoušel tedy Morse, zda by se nedalo použití ke spojení jen samotné vody, aby přerušeni nikdy nemohlo nastati. Pokus se šťastně podařil, byť i jen na malou vzdálenost asi 80 stop (24 *m*), ale přece bylo jím jasně dokázáno, že i bez drátu lze na dálku telegrafovat, a to — v tomto případě — pomocí vody. Tuto telegrafii zoveme *hydrotelegrafií* (z řeckého hydór = voda, téle = daleko, grafó = píši), a pokusy s ní byly konány dosti často v rozmanitém uspořádání. Z posledních pokusů dlužno zvláště vytknouti ony, jež byly konány r. 1894 v Německu na pobídnutí námořních úřadů, aby bylo stanovenó, jak daleko lze vodou jakožto vodičem telegrafovat. Pokusy byly provedeny na jezeře Wannském u Postupimě a použito bylo telegrafního systému *Rathenau-Rubensova*. Veliké primární desky o ploše 15 *m*<sup>2</sup> byly zapuštěny do vody ve vzdálenosti asi 500 *m* od sebe a byl do nich vpouštěn proud o intensitě 3 ampère, přerušovaný stopadesátkrát za vteřinu. Druhé desky (sekundární) o ploše 4 *m*<sup>2</sup> byly připevněny ke dvěma člunům spojeným dohromady vodivým kabelem, který se dal navíjeti nebo rozvíjeti tak, aby se mohla vzdálenost obou člunů zvětšiti až na 300 *m*. Na jednom člunu byl připojen telefon jakožto přístroj přijímací. Dokud na vysílací stanici nebylo dáváno žádné znamení, vcházel do vysílacích desek neustále přerušovaný proud, jež v telefonu bylo možno slyšeti jako stálý stejnoměrný šumot. Jakmile však počalo se telegrafovat, t. j. přerušoval se proud původní na delší nebo kratší dobu, bylo znamenati v telefonu delší nebo kratší pausy, z nichž byla sestavena celá abeceda. Při takovéto úpravě bylo



možno všechna znamení správně rozeznati až na vzdálenost  $4\frac{1}{2}$  km, při čemž se též ukázalo, že ostrov, ležící mezi oběma stanicemi, nebyl nijak překážkou pro přesné zachycení depeší. Uvedená vzdálenost není ovšem nejzazší mezí, za kterou by se nedalo za žádných podmínek přejíti; dala by se zajisté značně zvětšiti, kdyby se použilo silnějšího proudu a kdyby se zvětšila vzájemná vzdálenost desek primárních a sekundárních.

Hydrotelegrafie zakládá se tedy na vedení elektřiny, a to vodou, ale lze telegrafovati i bez takového vodiče, prostě indukci. Zmíním se zde toliko o indukci elektromagnetické, jejíž princip je jistě všeobecně znám. Mějme dva dlouhé dráty rovnoběžně vedle sebe napiaté; jeden spojme s baterií a klíčem k spojování a přerušování proudu, druhý s galvanometrem. Jakmile zavedeme v prvním drátě (primárním) proud, uchýlí se v druhém vedení, sekundárním, magnetka na znamení, že i tudy probíhá proud, velmi krátkou dobu trvající, jež nazýváme proudem indukovaným neboli sekundárním. Přerušíme-li pak proud primární, odchýlí se opět magnetka, ale na druhou stranu, jelikož vznikl indukovaný proud směru opačného než při spojení proudu. Účinků indukčních ubývá však do dálky velmi značně i lze jich použití k telegrafování jen tehdy, je-li přijímací stroj velmi citlivý, na př. telefon, v němž pomocí přerušovaného primárního proudu lze slyšeti delší nebo kratší tóny podle toho, jak dlouho bylo primární vedení uzavřeno. Místo vodičů úplně uzavřených používá se též hojně proudovodů, jichž konce jsou připojeny ke kovovým deskám zapuštěným do země. Této úpravy používá hlavně Angličan *Preece*, jenž konal pokusy s touto telegrafií již od r. 1884. Původně používal vodičů úplně uza-



vřených ve tvaru trojúhelníků, jejichž nejdelší strany (22 *km*) byly spolu rovnoběžny. Ve velkých rozměrech opakovány byly pokusy ty r. 1899, kdy bylo použito již vodičů spojených se zemí, a když se dokonale zdařily, zařízeno bylo trvalé spojení v kanálu bristolském mezi pobřežím a majákem na vzdáleném ostrůvku. I dříve již r. 1895 použilo se této telegrafie prakticky, když přetrhl se podmořský kabel u ostrova Mull ve Skotsku. Tu na jedné straně byl napjat drát dlouhý 20 *km* a na druhé straně izolovaný kabel délky 2·5 *km*, načež se dalo telegrafovati skutečně na vzdálenost 3 *km*; toto zařízení bylo v činnosti 15 dní, než byl podmořský kabel opraven.

Avšak uvedené zde druhy telegrafie bezdrátové vedle několika ještě jiných jsou méně známy, tak že obvyčejně, mluvíme-li o bezdrátové telegrafii, máme na mysli jen telegrafii pomocí elektromagnetických vln, která úplně spočívá na četných pracích vynikačího německého fysika *Jindřicha Hertze* o elektrických vlnách, jichž s velikým důmyslem použil r. 1896 italský inženýr *Marconi* pro praktické upotřebení.

Uveďme nejprve trochu podrobněji vznik a vlastnosti elektromagnetických vln. Obecně je známo, že spojíme-li vnitřní i vnější polep nabitě leydenské lahve nějakým vodičem, vyrovnají se elektriny na obou polepech skvělou jiskrou. Ale jak upozornil již r. 1847 slavný německý fysik *Helmholtz*, není jiskra vzniklá při tomto vyrovnání jednoduchým výbojem, nýbrž je to veliká řada jednotlivých výbojů stále se umenšujících a rychle za sebou jdoucích směry střídavě protivnými. Takový úkaz zoveme *elektrickými oscillacemi* neboli *kmitáním*.

Pěknou obdobu tohoto zjevu lze uvést z hydromechaniky. Mysleme si spojitou nádobu, jejíž obě



ramena jsou oddělena kohoutkem. Nalijeme-li do obou ramen do stejné výše kapalinu, představuje rozdíl hydrostatického tlaku v obou ramenech rozdíl elektrického napětí na obou polepech leydenské lahve. Otevřeme-li náhle kohoutek, klesne prudce kapalina v jednom rameni, ale nezastaví se ihned v rovnovážné poloze, nýbrž vystoupí nad ni v druhém ramenu dosti vysoko, pak zase klesne a tak se to opakuje několikrát, až se konečně voda ustálí. Podobného cosi jest i při náhlém výboji leydenské lahve; každý přechod kapaliny z ramena do ramena dá se srovnati s jedním výbojem, který se ovšem děje v době ohromně krátké, měřící pouze několik stotisícin vteřiny. Místo leydenské lahve dá se použití k dosažení elektrických oscillací ještě lépe indukčního přístroje Ruhmkorffova, při čemž se doba trvání jedné oscillace udává asi na 30 millionin jedné vteřiny.

Když následují takové oscillace rychle za sebou směry protivnými, vznikají v okolním ústředí, v t. zv. *dielektriku*, elektromagnetické vlny, jež se šíří kolem podobně jako ve vzduchu vlny zvukové. Nositelem však elektrických vln není vzduch, neboť se mohou šířiti i prostorem vzduchoprázdným, nýbrž táž látka, která nosí i vlny světelné a kterou nazýváme *ether*; je to přejemná látka dokonale pružná, o níž předpokládáme, že vyplňuje veškerý prostor a proniká všemi hmotami.

Je-li nositel vln světelných i elektrických stejný, naskytá se otázka, zda snad není nějaká souvislost mezi světlem a elektrinou. I ukázalo se, že na př. světlo i elektrina šíří se do dálky stejnou rychlostí, totiž 300.000 *km* za vteřinu; vedle toho pak i četné jiné úkazy nasvědčují úzké souvislosti, a tak byla vybudována v posledních desetiletích minulého století elektromagnetická theorie světla.



O vlnách světelných víme ode dávna, že se mohou odrážeti, lomiti, ohýbati a pod.; jsou vlny elektrické schopny též něčeho podobného? Na to musí odpověděti pokus, ale provéstí jej není tak snadno, jak se přesvědčíme jednoduchým výpočtem.

Řekl jsem již dříve, že u Ruhmkorffova induktoru trvá jedna oscillace asi 30 millionin vteřiny, t. j. za 1 vteřinu vznikne takových vln elektrických přes 33.000. Jelikož pak postupná rychlost elektřiny měří 300.000 *km* za vteřinu, jest délka vlny asi 9 *km*, což je délka tak ohromná, že se obyčejnými prostředky v laboratoři nedá vůbec pozorovati ani měřiti. U vln světelných je to ovšem zcela jiné, neboť jsou velmi kratičké (průměrně asi 600 millionin *mm*), tak že i střípek zrcadla o průměru pouze 1 *mm* je proti takové vlnce ohromně veliký, pročez odraz musí vždy nastati. Kdybychom však chtěli v podobném poměru zvoliti zrcadla pro vlny elektrické, obdrželi bychom rozměry tak obrovské, že je naprosto vyloučeno pomýšleti na jejich sestavení. Ale *J. Hertzovi*, dříve professoru v Karlsruhe, později v Bonnu, podařilo se zkrátiti onu ohromnou délku vln elektrických pouze na několik metrů, ba dokonce i na několik decimetrů, tak že lze potom pro odraz, lom i ohyb elektrických vln užití přístrojů mnohem menších rozměrů. Hertz poznal, že doba jedné oscillace, a tedy i délka elektrické vlny, závisí též na tvaru a velikosti vodičů. Pro vytvoření vln použil oscillujícího výboje induktoru Ruhmkorffova, jehož sekundární cívku připojil ke dvěma asi 40 *cm* dlouhým měděným drátům. Mezi konci těchto drátů přeska-kovaly jiskry, na druhých pak koncích od sebe odvrácených byly připevněny duté mosazné koule, na jichž velikosti závisela délka vzniklé vlny. Ukázalo se totiž, že vlny jsou tím kratší, čím je větší kapacita



celého systému, t. j. čím jsou větší ony koule, a čím je větší samoindukce. Aby byla kapacita hodně veliká, používá se zpravidla ještě vhodných kondensátorů, na př. leydenských lahví, jež jsou spojeny s dráty, mezi nimiž jiskry přeskakují. Přístroj pro vytvoření elektrických vln nazýváme *oscillátorem*, *radiátorem* nebo *vibrátorem* a můžeme jej přirovnati třeba k nějakému znějícímu tělesu, jež je zdrojem vln zvukových. A jako pravíme o zvučícím tělese, že má tón hlubší nebo vyšší, čili že je naladěno níže nebo výše, tak i při vlnách elektrických mluvíme obrazně o výšce, přisuzující větší výšku kratším vlnám.

Ale tím, že dovedeme vytvořiti krátké vlny elektrické, nejsou všechny obtíže ještě překonány. Jak můžeme pozorovati vlny elektrické? Pro vlny světelné i zvukové máme zvláštní smysl, zrak a sluch, ale pro vlny elektrické nám nějaký podobný smysl schází, tak že můžeme existenci těchto vln poznati jen z jejich účinků. Jeden z účinků má zase obdobu v akustice. Rozezvučíme-li ladičku, uvede se od ní v kmitání jiná ladička naladěná na stejný tón, i když jest umístěna v dosti veliké vzdálenosti. První ladičkou se totiž vytvoří vzduchové vlny, které dopadají na druhou ladičku právě v tom rytmu, v jakém tato ladička může kmitati, a proto ji rozezvučí. Zjev tento sluje *resonance* a na něm založil Hertz pozorování elektrických vln. Zahnul kus měděného drátu, opatřeného na koncích kovovými kuličkami, do kruhu tak, že kuličky byly velmi blízko u sebe. Rozměry kruhu se daly měniti a měnily se vždy tak dlouho, až současně s proudem jisker na vibrátoru objevily se jiskřičky na *resonátoru* (tak byl tento přístroj nazván). Pak byly vibrátor a resonátor souhlasně naladěny a jiskřičky na resonátoru přeska-



kující dokazovaly existenci vln z vibrátoru vycházejících. Pozorování bylo ovšem velmi obtížné, poněvadž často jiskřičky byly viditelný jen pod mikroskopem; ale když bylo později objeveno, že účinkem elektrických vln mění se značně odpor některých vodičů, byly sestrojeny místo resonátorů přístroje jiné, které nazýváme *detektory* nebo *radiokonduktory* nebo *receptory*, a tyto jsou pro konstatování a pozorování vln daleko pohodlnější.

Jakmile byl sestrojen přístroj, jímž lze vzbuditi vlny elektrické dostatečně krátké, a zároveň bylo možno vlny tyto i zachycovati a zjistiti, přistoupil Hertz r. 1888 k experimentálnímu potvrzení toho, že vlnění elektrické chová se podobně jako vlnění světelné. Ukázal, že od vibrátoru šíří se vlnění na všechny strany přímočaře, podobně jako se šíří světlo; jevil tedy naladěný resonátor v celém okolí jiskření, které bylo ovšem ve větších vzdálenostech slabší. Aby pak účinky elektrických vln co možná zesílil, použil opatření téhož jako u světla: vysílal vlny jen jedním směrem. Umístil totiž vibrátor do ohniskové čáry kovového zrcadla (ve tvaru parabolického válce), tak že se pak elektrické vlny šířily skoro výhradně jen před toto zrcadlo, kdežto po stranách nebylo vlnění skoro žádné. A aby i resonátor přijal co nejvíce dopadajících vln, umístil jej také do ohniskové čáry podobného kovového zrcadla. Při takovéto úpravě mohl pak Hertz dokázati, že vlnění elektrické šíří se přímočaře a že některé hmoty je propouštějí, kdežto jiné zadržují. Tak na př. dřevo, sklo, síra a j. jsou pro elektrické vlny úplně prostupny, kdežto kovy jsou pro ně neprostupny. Jest tedy vzhledem k této prostupnosti jakási podoba mezi nimi a paprsky Röntgenovými, poněvadž procházejí různými hmotami pro světlo



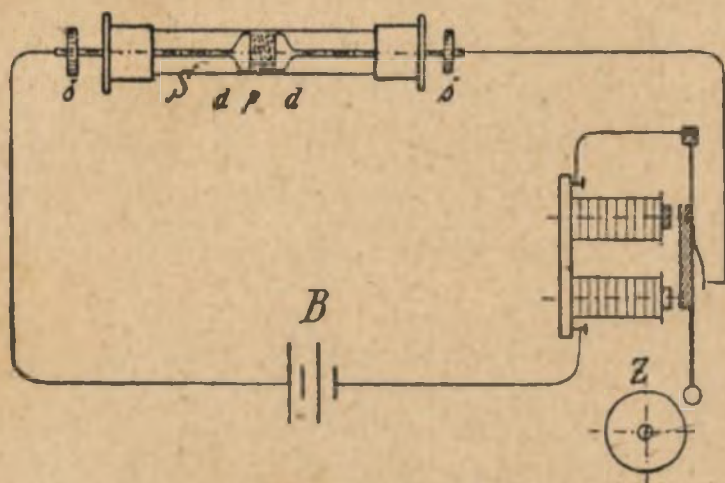
neprostupnými, ale za to v ostatních vlastnostech liší se od sebe velmi značně.

Vlny elektrické odrážejí se i lomí, ohýbají, polarisují, interferují podobně jako vlny světelné, použije-li se vhodných přístrojů. Rozměry těchto přístrojů jsou ovšem velmi značné; tak na př. měl-li se ukázati lom elektrických vln, použilo se hranolů pryskyřicových obrovských rozměrů. Za tím účelem dal Hertz zhotoviti tři duté trojboké dřevěné hranoly, do nichž nalil horké pryskyřice, jež po ztuhnutí vytvořila též trojboký hranol, a tyto tři hranoly, o úhrnné váze asi 12 centů, nasebe postavené zastávaly též úkol pro vlny elektrické, jako malý hranol skleněný pro vlny světelné.

Hertz používal na přijímání elektrických vln resonátoru, který však nelze nijak nazvati přístrojem citlivým. Ale netrvalo dlouho, a objeveny byly nové účinky elektrických vln, které daly vznik řadě jemných a citlivých detektorů, jimiž teprve bylo umožněno využívat elektrických vln pro telegrafii. R. 1890 poznal francouzský badatel *Branly*, že se u kovového prášku značně změni odpor, jež klade elektrickému proudu, když dopadnou na něj elektrické vlny, a na tomto faktu založil velmi citlivý detektor elektrických vln, jenž se nazývá *koherer* (Fritter). Původní *Branlyův koherer* skládá se ze skleněné trubky *S* (obr. 1.), do níž je nasypáno trochu velmi jemných pilinek *p* nějakého kovu. Tyto piliny jsou po obou stranách uzavřeny kovovými destičkami *d, d*, které se dají šroubky *š, š* k sobě přiblížiti nebo od sebe oddáliti. Od batterie *B* jde jeden drát k jednomu šroubku, druhý drát pak k elektrickému zvonku *Z* a odtud k druhému šroubku. Za normálních poměrů *skyta*jí piliny ve skleněné rource uzavřené elektrickému proudu tak veliký od-



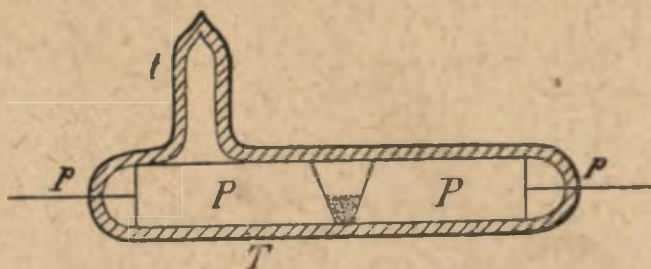
por, že se ani jemný zvonek nerozezvučí. Jakmile však na piliny dopadnou elektrické vlny, zmenší se jejich odpor tak značně, že může probíhati celým proudovodem dostatečně silný proud, který zvonek uvede v činnost. Zmenšení odporu trvá však stále, i když vlny již nedopadají na koherer, což by mělo ten nepříjemný následek, že by zvonek ustavičně



Obr. 1. Koherer Branlyův.

zvonil. Ale ukázalo se, že stačí pouze nepatrný poklep na koherer, aby původní značný odpor byl obnoven. Toto poklepávání může se dít buď rukou anebo automatic-

ky, jak bude vyloženo u přístrojů v praxi telegrafní se vyskytujících. Co se týče pilin, soudí Branly, že jejich materiál nerozhoduje o citlivosti kohereru; za hlavní podmínku citlivosti považuje, aby byly piliny stejně jemné, a proto používá vždy jen pilin prosíváných.



Obr. 2. Koherer Marconiho.

*Marconi* však, jenž věnoval velikou péči kohereru, upravil jej poněkud jinak, jak patrně z obr. 2. Aby totiž byl přístroj hodně citlivý, musí býti prostor mezi oběma elektrodami velmi malý smí obsahovati jen zcela malé množství kovových pilin; kromě toho se doporučuje, aby byl z něho vyčerpán



vzduch. Skládá se tedy zobrazený přístroj z malé skleněné [trubičky  $T$ , jejíž světlost obnáší pouze 6 mm. Kovové elektrody  $P, P$  jsou stříbrné a na koncích k sobě obrácených poněkud sříznuté a blízko k sobě posunuté, tak že tím vzniká klínovitá mezera, jejíž šířka obnáší dole asi 1 mm a nahoře nejvýš 3 mm. Toto klínovité seříznutí je proto, aby se dosáhlo různé citlivosti kohereru, neboť otáčíme-li přístrojem kolem vodorovné osy, sesunou se piliny podle otočení do užší nebo širší mezery. Za nejcitlivější směs doporučuje Marconi 5% stříbrných a 95% niklových pilin, jež se předem prosejí na sítích určité velikosti. Stříbrné elektrody vyplňují trubičku skleněnou úplně těsně a jsou připojeny k přívodním platinovým drátkům  $p, p$ , jež jsou do trubice vtaženy. Po straně je viděti ještě trubičku  $t$ , jež se spojí s vývěvou, aby se mohl uvnitř kohereru vzduch zřediti co nejvíce; je-li již vhodného zředění dosaženo, trubička  $t$  se zataví. Když je celý koherer hotov, zkouší se ještě, zda se svou citlivostí hodí pro praktické upotřebení při telegrafii bezdrátové, neboť vhodný koherer musí reagovati ve vzdálenosti 2 m již i na tak nepatrnou jiskřičku, která přeskočí při přerušení proudu u obyčejného domácího zvonku elektrického.

Veškeré tyto přijímací přístroje elektrických vln zakládají se, jak již bylo řečeno, na té okolnosti, že se u mnohých vodičů zmenší značně odpor elektrický, když naň dopadnou elektrické vlny. Nejjednodušší přijímací přístroj tohoto druhu představují dva slabě okysličené měděné dráty, položené přes sebe. Podle pokusů Branlyových klesl v určitém případě po dopadu elektrických vln odpor více než 1100krát, totiž z 8000 ohmů na pouhých 7 ohmů. K této původní myšlence se později Branly sám ještě



vrátil a sestrojil vedle uvedeného již pilinového kohereru zvláštní koherer trojnožkový, skládající se v podstatě z malé ocelové trojnožky, která spočívá na ocelové desce. Póly batterie vedeny jsou jednak k trojnožce, jednak k desce. Tato deska je silně hlazena a leštěna, kdežto nohy trojnožky jsou úmyslně okysličený, aby proud z batterie nemohl býti uzavřen. Jakmile však dopadnou na koherer elektrické vlny, zmenší se velmi značně odpor okysličené vrstvy, tak že se proud uzavře; jemným poklepem pak uvede se přístroj zase do původního stavu.

Kohererem získán byl velmi vhodný přístroj k pozorování elektrických vln, i daly se pak pokusy s elektrickými vlnami prováděti mnohem snáze. Při původních pokusech Hertzových, kde bylo použito resonátoru, dokázaly se vlny jen jiskřením mezi kuličkami drátu; uvážíme-li pak, že je třeba napětí nejméně 400 volt, aby vůbec přeskočila jiskérka pozorovatelná ve vzduchu obyčejného tlaku, kdežto koherer Branlyův pracuje již asi při napětí 2 volt, vidíme jasně rozdíl v citlivosti obou těchto přístrojů. Nyní však ani koherer není již nejcitlivějším detektorem, jak uvedeme později.

Ačkoliv po objevení kohereru byly pokusy s elektrickými vlnami hojně opakovány a ačkoliv bylo objeveno, že se dají vzniklé vlny dokázati i ve značných vzdálenostech, nebylo toho přece použito příliš brzy k telegrafování. Teprve r. 1894 počaly se konati pilné pokusy s telegrafií pomocí elektrických vln a r. 1895 byl konečně uveřejněn první popis úplného zařízení pro záznam elektrických vln. Toto zařízení bylo určeno výhradně jen pro registrování atmosférických výbojů, jimiž vznikají vždy také elektrické vlny, a bylo provedeno od *Popova*, ruského profesora vojenské akademie v Kronštatě, jenž



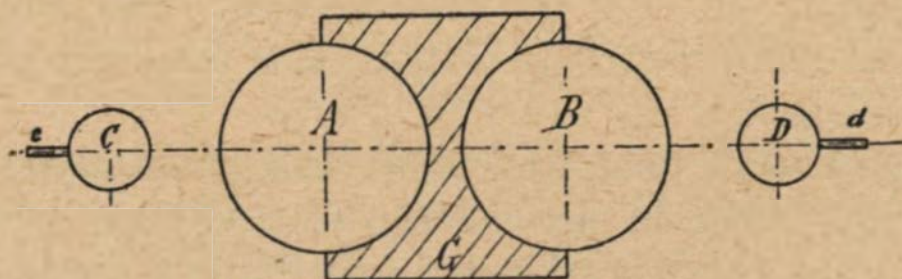
tedy sestrojil první stanici pro jiskrovou telegrafii. Vlny, k jichž registraci byl přístroj určen, jsou vlny, vzniklé atmosférickými výboji. Aby se pak daly snadno zachytiti, byla jedna elektroda spojena se zachycovací tyčí bleskosvodu anebo prostě s jakým-koli svisle postaveným dlouhým drátem a druhá elektroda byla spojena se zemí. Jinak byla úprava podobna té, jež je vyznačena v obr. 1, tak že jednotlivá elektrická vlna byla označena krátkým zazvoněním, kdežto řada vln souvisle za sebou následujících zazvoněním delším. Pro trvalé zaznamenání elektrických vln byl do proudovodu ještě zapíat zapisovací stroj podobné konstrukce jako při obyčejné telegrafii.

Popov však postoupil ještě dále; nezachycoval pouze vlny vzniklé atmosférickými výboji, nýbrž sám též vlny vytvořoval pomocí oscillátoru Hertzova a zachycoval je na vzdálenost 1 *km*, ba při úpravě zvlášť výhodné dokonce až na 5 *km*.

Je patrné, že myšlenka Popovova není zcela původní, ale to je důležité, že tu po prvé bylo použito dlouhého svislého drátu na zachycování vln a samočinného přístroje, jímž se koherer zase uvádí do původního svého stavu o značném odporu. Tento přístroj byl velice jednoduchý; palička zvonku elektrického byla totiž tak postavena, aby klepala jednak na klobouček zvonku, jednak zase při odpadnutí kotvy od elektromagnetu na koherer. Popov byl si plně vědom praktické důležitosti svého vynálezu a také vyslovil přesvědčení, že se mu podaří dosáhnouti elektrickými vlnami pravidelného spojení telegrafního, užije-li jen mohutnějšího oscillátoru. Téhož účinku byl by však dosáhl, kdyby byl také na stanici vysílací připojil oscillátor k dlouhému svislému drátu, avšak tento důležitý krok udělal teprve *Vilém Mar-*



*coni*, italský inženýr, jenž svůj první patent ohlásil v červnu r. 1896. Není tedy bezdrátová telegrafie nijak původním objevem Marconiho, a dává-li se jí často jeho jméno, jest to jen v uznání zásluh jeho o rozkvět nového objevu, a ne proto, že by snad byl samotným jejím vynálezcem. Marconi chopil se této telegrafie s takovou energií, že ihned přenesl pokusy ve velkých rozměrech na pole praxe, s neobyčejným štěstím překonal velmi četné praktické obtíže a našel hojná zdokonalení, jimiž se teprve tato telegrafie stala schopnou života.



Obr. 3. Oscillátor Righiho.

K vytvoření elektrických vln užil Marconi aspoň při prvních pokusech oscillátoru *Righiho*. Tento oscillátor skládá se ze 4 koulí (obr. 3.), z nichž dvě *A* a *B* jsou do polovice zapuštěny do stěn ebonitové skřínky *G*, kde je mezi nimi nalit olej vaselinový. Blízko těchto koulí jsou postaveny druhé dvě koule *C* a *D*, opatřené na koncích nástavky *c* a *d*, k nimž se připojí konce sekundárního vinutí induktoru Ruhmkorffova. Při každém výboji induktoru přeskočí tedy u tohoto oscillátoru tři jiskry: mezi *C* a *A*, *A* a *B* a *B* a *D*. Při úpravě Marconiho byly střední koule asi o průměru 10 *cm* a byly od sebe vzdáleny 1 *mm*, kdežto vnější koule *C* a *D* byly od vnitřních *A* a *B* vzdáleny asi  $2\frac{1}{2}$  *cm*; tím ovšem kapacita celého zařízení značně stoupla a docílilo se vln elektrických dosti krátkých (asi 15 *cm*). Později upustilo



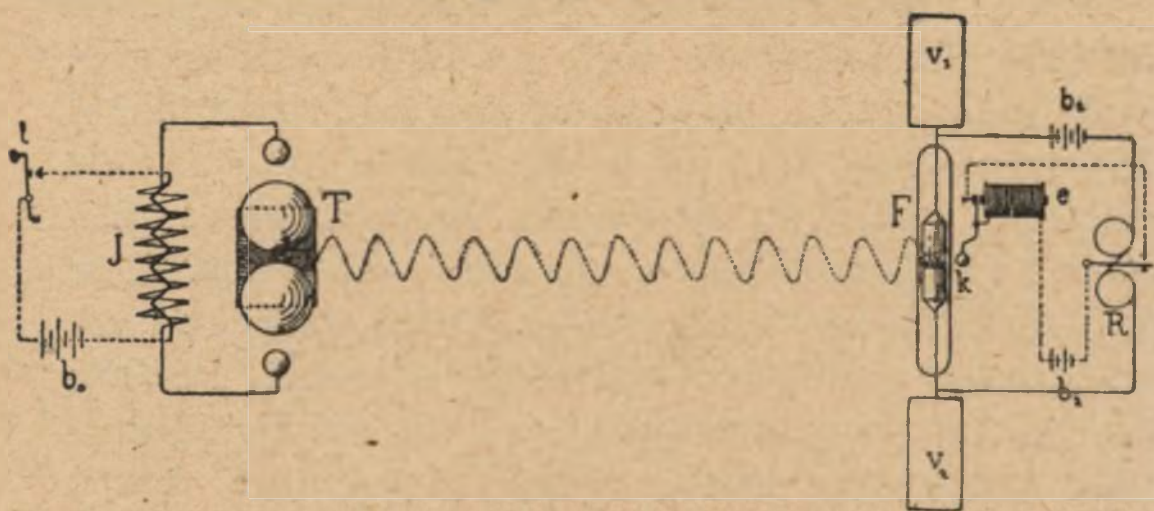
se od vkládání koulí do oleje a jiskra se nechává přeskakovati jen ve vzduchu obyčejného tlaku. Seznalo se totiž, že olej nejenom není k prospěchu, nýbrž přímo ke škodě. Neboť má-li se telegrafovati na větší vzdálenosti, nutno použítí proudů dosti silných, při nichž však olej se rozkládá, tak že vylučuje uhlík, který způsobuje, že izolující olej stává se znenáhla vodivějším, a že koule se pokrývají vrstvou uhlíku, což obojí je při telegrafování na závadu.

Při prvních pokusech vložil Marconi oscillátor i koherer do ohniskové čáry parabolických zrcadel stejně jako Hertz, ale pro větší vzdálenosti uznal jiné uspořádání za vhodnější. Spojil totiž koule oscillátoru s velkými měděnými deskami, které umísťoval v různých výškách nad zemí, neboť soudil, že vzdálenost, na kterou lze telegrafovati, záleží na velikosti desek a na jejich odlehlosti od země. Později však poznal, že rozhodující vliv na dálku telegrafování nemá ona deska, nýbrž pouze drát, který ji spojuje s oscillátorem, a tak tedy upustil úplně od zavěšování desek a užil výhradně jen dlouhých drátů, jež byly upevněny na vysokých sloupech anebo nesený byly balony nebo létacími draky. Takovýmto drátům říkáme *antenny*.

Na obrázku 4. vidíme nejjednodušší úpravu pro telegrafii bezdrátovou, a to v levo stanici vysílací, v pravo pak přijímací. Všimněme si nejprve stanice vysílací. Tam zavádí se proud z batterie  $b_0$  pomocí klíče  $t$  do primární cívky (vyznačené silnější čarou lomenou) induktoru  $J$ , k jehož sekundární cívce (vyznačené slabší lomenou čarou) je připojen oscillátor  $T$ . Z tohoto vycházejí do okolního prostoru na všechny strany vlny elektrické, z nichž jedna část dojde na stanici přijímací, a přivede se ke kohereru  $F$ , jenž je spojen při zná-



zorněné úpravě se dvěma kovovými deskami  $V_1$  a  $V_2$ . Zároveň pak je tento koherer veřpiat do proudovodu batterie  $b_1$ , kam je zapiato i jemné relais  $R$  uzavírající druhý samostatný proudovod batterie  $b_2$ . V tomto je zapiat elektromagnet  $e$ , jímž se uvádí v činnost kladívko  $k$ , které klepe jednak na klobouček zvonku a dává tak signály telegrafní, jednak na koherer, jeřž tímto způsobem uvádí zase do původního stavu.



Obr. 4. Schema vysílací a přijímací stanice pro bezdrátovou telegrafii.

Úprava vyobrazená hodí se ovšem jen k telegrafování na velmi malé vzdálenosti (na př. při pokusech ve škole); na větší vzdálenosti musí se nutně jedna deska, na př.  $V_1$ , nahraditi antennou a místo druhé desky užije se vodivého spojení se zemí.

Činnost stanice pro telegrafii jiskrovou je velmi jednoduchá. K odeslání značek používá se klíče telegrafního. Stiskne-li se tento, vejde proud do primární cívky induktoru, čímž se indukuje proud v cívce sekundární, mezi kuličkami oscillátoru přeskočí jiskra, jeřž vzbudí vlny elektrické, které se šíří od vysílací antenny do dálky, až dopadnou na antenu přijímací. Tato je jakýmsi sběračem elektrických vln a svede je ke kohereru, jenž stane se vodivým a upraví tak spojení se strojem zapisovacím nebo se zvonkem.

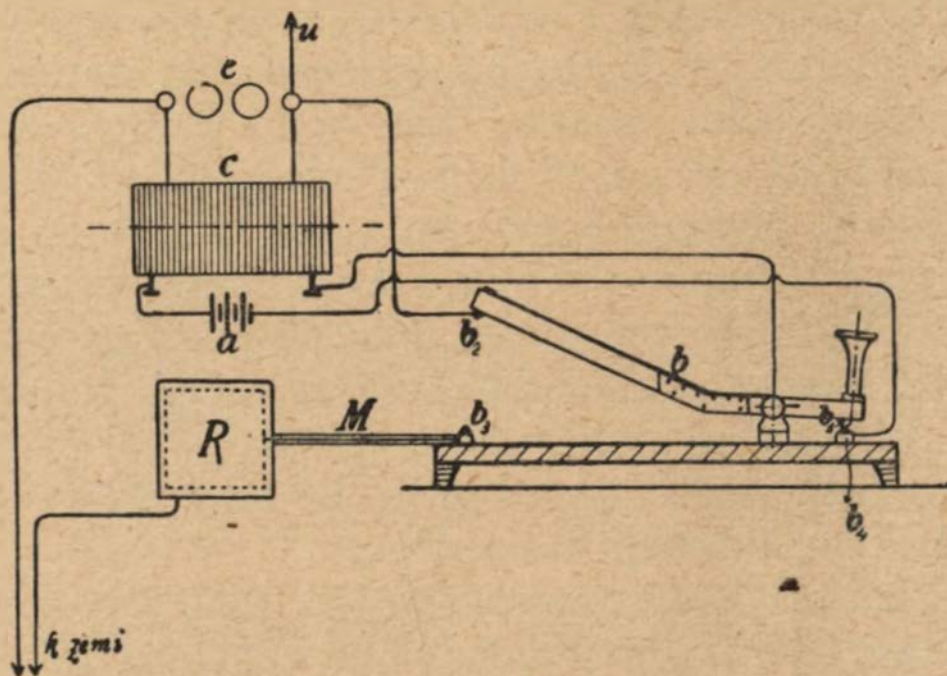


Při přitažení páky udeří však současně kladívko také na koherer, čímž se hned proud přeruší, tak že kdyby nedopadla nová vlna, zůstal by přístroj již v klidu. Leč i při krátkém stisknutí klíče na vysílací stanici vzbudí se celá řada elektrických vln, tak že i koherer v té krátké době změní mnohokrát svůj odpor, stane se vodivým a pak hned zase skoro nevodivým, pročez by se i kotva přijímacího přístroje měla mnohokrát přitáhnouti k elektromagnetu a zase odtáhnouti, a hrot by měl vytlačit na registračním papírovém proužku řadu bodů těsně vedle sebe položených. Avšak vlivem setrvačnosti a vhodným zařízením zůstane kotva po celou tuto dobu přitažena a odtrhne se jen tehdy, když mezi jednotlivými vlnami je delší přestávka. Pak na proužku pohybujícího se papíru zaznamenávají se docela stejně jako při obyčejném telegrafním přístroji čárky kratší nebo delší podle toho, byl-li klíč na vysílací stanici přitisknut kratčeji nebo déle.

Má-li stanice nějaká sloužiti jak k vysílání, tak i k přijímání depeší, musí být opatřena jak kohererem, tak i radiátorem. Jak jsem již dříve uvedl, musí oba tyto přístroje býti opatřeny vlastní antenou, ale jsou-li umístěny na jedné stanici, stačí pro ně společná antena, která se k jednomu nebo druhému přístroji podle potřeby připojuje. Při původní úpravě Marconiho anglické společnosti pro bezdrátovou telegrafii byl spodní konec anteny stále spojen s přijímacím přístrojem, a teprv když se měly telegramy vysílati, byl drát rukou sňat a připojen k oscillátoru. Toto zařízení bylo jednak velmi nepohodlné, jednak však i nebezpečné s ohledem na výboje atmosférické, a proto bylo použito zvláštního dvojitého klíče Marconiho, jež znázorňuje obr. 5. Je to dvouramenná lomená páka, jež spočívá při



přijímání depeší koncem  $b_2$  na kontaktu  $b_3$ , kdežto při vysílání značek telegrafních koncem  $b_1$  se připojuje na kontakt  $b_4$ . Antenna  $u$  je ve stálém spojení s jednou kuličkou oscillátoru  $e$  a s koncem  $b_2$  jednoho ramena telegrafního klíče, kteréž rameno v klidu spočívá na  $b_3$  a je tak spojeno drátem procházejícím kovovou trubičkou  $M$  s kohererem. Tento



Obr. 5. Dvojité klíč Marconiho.

koherer jest uzavřen v kovové skřínce  $R$ , aby byl chráněn od vln, jež vzniknou na téže stanici při přerušení proudu u zvonku nebo u zapisovacího přístroje. Stiskneme-li pak klíč, uzavře se proudovod batterie  $a$  a v indukčním přístroji  $c$  vzbudí se proud, jímž vzniknou elektrické vlny, které se již nemohou svést antenou ke kohereru, jelikož spojení  $b_2 b_3$  je přerušeno, a které též nemohou působiti přímo na koherer, poněvadž je chráněn kovovým obalem.

Než přejdu k popisu nejvýznačnějších soustav telegrafních, je nutno popsati zde souborně přístroje v praxi užívané jak pro vysílání, tak pro přijímání.



Nejprve všimněme si zařízení vysílacího. Tam je potřebí nějakého zdroje na přerušovaný elektrický proud vysokého napětí. I užívá se tu většinou indukčního přístroje Ruhmkorffova, do jehož primární cívky pouští se stisknutím klíče proud, jenž se musí pravidelně přerušovati, aby se dosáhlo indukovaného proudu v cívce sekundární. Přerušovaný proud obdrží se buď vhodným přerušovačem, anebo se do cívky primární pouští přímo již proud střídavý. Již při prvních pokusech s méně citlivými přístroji se ukázalo, že až na vzdálenost 40 *km* (a pro telegrafii naladěnou i na vzdálenosti mnohem větší) postačí induktor o doskoku jiskry 15 *cm*, který je napájen z galvanické batterie proudem, přerušovaným známým jednoduchým přerušovačem kladívkovým. Práce potřebná k tomu obnášela v každé vteřině asi  $\frac{3}{4}$  kilowattu, což značí, že se spotřebuje asi tolik proudu, jako při svícení 12 obyčejnými elektrickými lampičkami. Pro větší vzdálenosti jest ovšem potřebí induktorů o větším doskoku jisker a také dodávaná energie musí se přiměřeně zvýšiti. Tu se pak nejlépe hodí proud střídavý, jímž se primární cívka induktoru napájí. Avšak když se užilo obyčejných induktorů, ukázaly se značné jejich nevýhody. Má-li střídavý proud asi 100 změn ve vteřině, vznikne v sekundárním proudovodu ve vteřině též 100 jisker, které zahřejí vzduch, jímž procházejí, tak značně, že jiskry přestanou býti oscillatorní a stanou se tedy nepotřebny pro bezdrátovou telegrafii. Kromě toho 100 jisker za vteřinu je vůbec příliš mnoho pro telegrafování. Těmto nevýhodám odpomáhá se zvláštními induktory, jež se zovou *resonanční*. Při obyčejných induktorech je cívka primární umístěna velmi blízko u cívky sekundární, u induktorů resonančních je však připojení obou cívek mnohem vol-



nější, t. j. cívka sekundární je dosti daleko od cívky primární. Tím je ovšem napětí vzniklé v cívce sekundární na počátku velmi malé, tak že ani jiskra nepřeskočí, ale když se rozměry této cívky volí tak, aby byla spolu s připojenými přístroji naladěna na délku vlny, odpovídající primárnímu proudu střídavému, zesiluje se napětí znenáhla, až konečně při určitém počtu změn, na př. při 10, zvětší se tak, že jiskra přeskočí. Není tedy pak již tak veliké množství jisker za vteřinu a kromě toho každá jiskra převádí co největší množství energie v oscillace, čehož s chce právě dosáhnouti.

Jak jsem již uvedl, užívá-li se proudu stejnosměrného, musí se vhodnými přístroji přerušovati, aby se dosáhlo proudu indukovaného. Těchto přerušovačů známe nyní celou řadu. Nejjednodušší z nich je přerušovač podobný tomu, jejž vidíme u obyčejného domácího zvonku (Wagnerovo kládívko), který však pracuje velmi pomalu, neboť se jím obdrží nejvýš 12 přerušení ve vteřině. Jiný přerušovač je *rtuťový*, skládající se z platinového hrotu připevněného na zpružině, jenž se pohybuje střídavě nahoru a dolů působením elektromagnetu, čímž vniká do nádobky se rtutí a zase z ní vystupuje a tak proud spojuje i přerušuje. Třetí druh tvoří *přerušovače motorové*, které obsahují elektromotor, jehož osa nese excentricky umístěný kotouč, na jednom místě opatřený hrotem platino-vým, který při rotaci vždy pravidelně vnikne do rtuti dole v nádobce nalité a uzavře tím proud na delší nebo kratší dobu podle toho, jak dlouho zůstal ve rtuti. Do čtvrté skupiny patří *přerušovače turbinové*, v nichž odstředivé čerpadlo vytlačuje malým otvorem úzký proud rtuti proti kovové desce, před kterou se pohybuje ozubené kolo z isolační hmoty, otáčené



týmž motorem, kterým se pohání čerpadlo. Primární proud induktoru vede se tímto rtuťovým paprskem a tedy se spojuje nebo přerušuje podle toho, dopadne-li paprsek proti mezeře nebo proti zubu otáčejícího se kola.

Konečně nutno se zmíniti o přerušovači, objeveném sice teprve r. 1899, ale od té doby neobyčejně zdomácněném a velmi hojně užívaném. Jest to *elektrolytický přerušovač Wehneltův*, jenž se skládal v původním tvaru ze skleněné nádoby naplněné zředěnou kyselinou sírovou (1 díl kyseliny na 5 až 10 dílů vody), do které byly ponořeny dvě elektrody: veliká válcovitě stočená deska olověná jako elektroda záporná a jako elektroda kladná platinový drátek, jenž poněkud vyčníval ze skleněné nebo porculánové trubičky. Vepne-li se tento přerušovač do primárního proudovodu s nějakou samoindukcí (obyčejně stačí již samotná cívka primární), nastane rozklad kapaliny a současně velmi rychlé přerušování proudu, tak že se při vhodné úpravě přeruší proud až dvoutisíckrát za vteřinu. Ovšem tak hojného přerušování při telegrafii bezdrátové z důvodů dříve již uvedených ani nebývá zapotřebí.

Jedná-li se o vysílání elektrických vln na velikou dálku, k čemuž je potřebí značného množství elektřiny, nehodí se již k tomu induktory, nýbrž zvláštní veliké transformátory, jimiž se primární proud střídavý uvede na vysoké napětí. Tento proud se pak znovu ještě vede do nového transformátoru Teslova, jímž teprve se vytváří proud vhodný pro bezdrátovou telegrafii, jak později bude uvedeno u Marconiho telegrafie transatlantické. Když se však transformuje tak značné množství elektřiny, jaké máme k dispozici při generátorech na proud střídavý, může se státi, že nenastane výboj oscillační, nýbrž že se

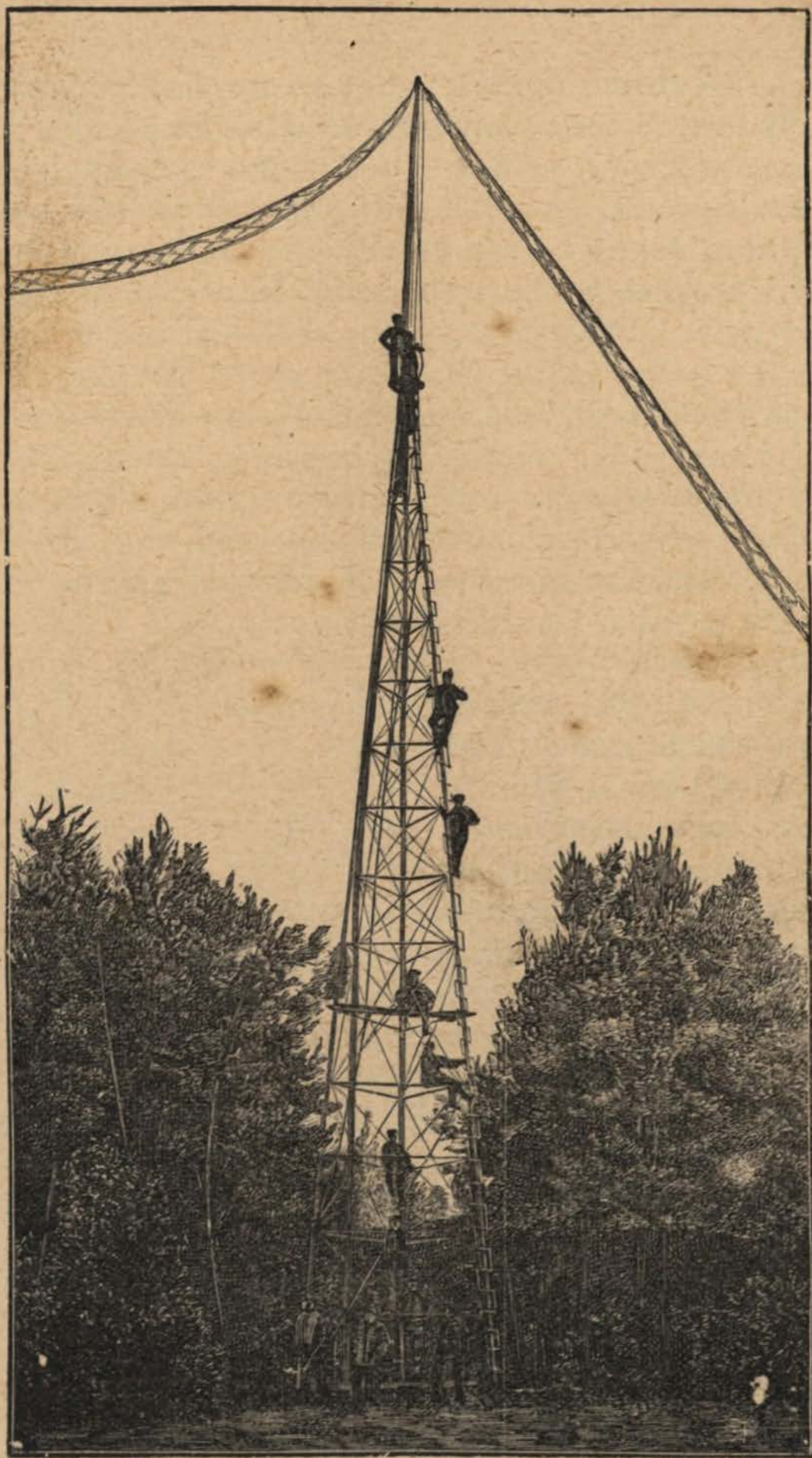


mezi kuličkami oscillátoru utvoří světelný oblouk a elektrické vlny vůbec nevzniknou. Tomu se dá odpomoci tím, že mezi kuličky oscillátoru vháníme silný proud vzduchový, anebo že podle Tesly postavíme nad kuličkami napříč elektromagnet tak, aby jeho silokřivky šly kolmo k směru jisker, čímž též světelný oblouk je takorča odfouknut a oscillační výboj se stále udržuje.

Přerušovaný proud o vysokém napětí vede se tedy k oscillátoru a odtud k antenně, která může míti tvar velice různý podle toho, u jaké stanice je vztýčena. Nebývá to pak pouze jediný drát, nýbrž celý svazek, ba i síť, jak později uvidíme. Za příklad uvádíme zde antenu složenou z množství drátů a upevněnou na samostatné vysoké věži (obr. 6.).

Antenna může býti připojena k oscillátoru třím způsobem. Při prvním způsobu, který si zvolil původně Marconi po příkladu Hertzově, užívá se jen jediného kmitajícího kruhu; antenna je spojena s jedním pólem oscillátoru, jehož druhý pól je spojen se zemí. Dokud nepřeskočí jiskra, nabíjí se oscillátor i antenna s ním spojená, jakmile však vznikne výboj, vyzařuje antenna vlny elektrické do okolí. Ale zde nelze vysílati větší energii elektrickou do dálky, neboť kapacita celého systému je velice malá a dala by se zvětšiti jen zvětšením napětí zdroje nabíjejíciho. To značí, že by se musilo použití strojů příliš velikých a tím by se celé zařízení stanice zbytečně zdražilo. Tato úprava dá se v akustice srovnati s obyčejnou trubkou, do níž jsme načerpali zhuštěného vzduchu. Otevřeme-li pak náhle konec této trubky, zhuštěný vzduch se rozepne, čímž vznikne otřes okolního vzduchu, který vnímáme jako slabý výbuch. (Podobný výbuch slyšíme, otevřeme-li náhle láhev se sodovkou.)



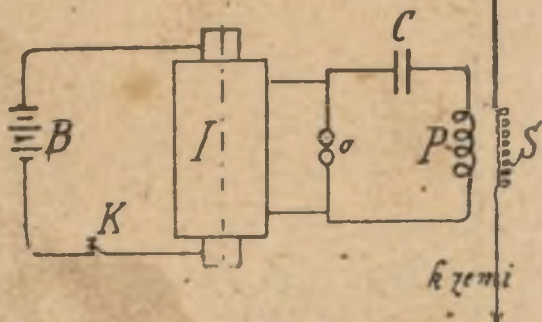


Obr. 6. Antenna.



Při druhé úpravě nabíjí se antenna pomocí resonance; je totiž připojena k některému bodu uzavřeného kruhu, jenž se skládá z cívky samoindukční, kondensátoru a oscillátoru a jenž nemůže sám o sobě vysílati přímo energii elektrickou do dálky. Zde nabíjí se kondensátor třeba sekundární cívkou Ruhmkorffova induktoru a vybíjí oscillátorem, čímž vznikají v tomto uzavřeném kruhu elektrické vlny, které pak resonancí vysílá i antenna, je-li délka její rovna čtvrtině vlny, vzniklé výbojem.

Třetí konečně a nejsložitější způsob je ten, jehož se užívá hlavně při telegrafování na větší vzdálenosti. Zde je vepiata do uzavřeného kruhu, zmíněného při předešlé úpravě, ještě primární cívka zvláštního transformátoru Teslova (bez železného jádra), jehož sekundární cívka je přímo spojena s antennou, jak naznačuje obr. 7. Tato úprava je původní myšlenkou Braunovou a byla



Obr. 7. Marconi-Braunův vysílací kruh.

s některými změnami přejata snad do všech systémů telegrafie bezdrátové. Na obrazci značí  $B$  baterii, z níž klíčem  $K$  zavádí se proud do induktoru  $I$ . Odtud se vede indukovaný proud do uzavřeného kruhu, vytvořeného oscillátorem  $o$ , kondensátorem  $C$  a primární cívkou Teslova transformátoru  $P$ . Kondensátor  $C$  se nabíjí a opět vybíjí, čímž vznikají v celém proudovodu elektrické kmity, které se indukují i v sekundární cívce  $S$  a tím i v antenně  $A$ , která je vysílá do dálky. Aby účinky byly co nejsilnější, musí jak uzavřený proudovod, tak i sekundární cívka s antennou dohromady



býti stejně naladěny, t. j. tak upraveny, aby mohly vysílati vlny stejné délky. Jelikož pak délka vzniklé vlny záleží, jak se dá dokázat, na samoindukci a kapacitě, lze změnou těchto veličin změnit také délku vlny. Tuto úpravu můžeme v akustice srovnati s varhanovou píšťalou, jejíž zvuk nezáleží na množství vzduchu jen v prvním okamžiku do ní vtlačeného, jelikož se zásoba vzduchu ustavičně obnovuje, tak že pak píšťala vydává spojitě vlny zvukové. A tak také zde vydává antenna více nebo méně spojitě vlny elektrické do okolí, čerpajíc novou a novou elektrickou energii z velikého reservoiru, kondensátoru, který je stále doplňován induktorem podobně, jako je při varhanách nádrž vzduchová doplňována měchem.

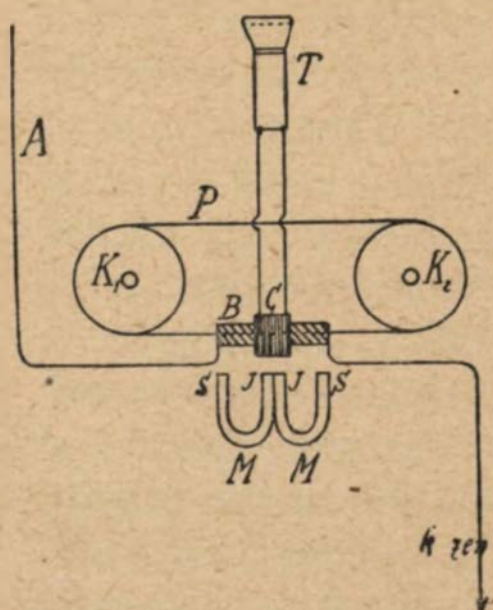
Ve většině soustav pro bezdrátovou telegrafii je jak vysílací, tak i přijímací antenna v dobrém vodivém spojení se zemí, kteréžto zařízení ukázalo se býti výhodným z četných pokusů, jež za tím účelem byly provedeny, neboť lze takto telegrafovati mnohem dále. Z týchž pokusů se také ukázalo, že spojení se zemí je důležitější při antenně vysílací než při přijímací. Avšak toto spojení zemní dá se nahraditi a také se nahrazuje v některých systémech velikými vodiči o vhodné kapacitě; bývají to nejčastěji drátěné sítě, které se nad zemí napnou a užívá se jich hlavně tehdy, když je obtížno nalézti dobré vodivé spojení.

Přejdeme nyní ke *stanici přijímací*, jež se v podstatě skládá ze dvou částí: z jedné, jež vlny zachycuje, a z druhé, kterou zachycené vlny můžeme poznati. První částí jest *antenna*, která jak pro vysílání, tak i pro přijímání elektrických vln bývá společná, druhou pak částí je *detektor*, ať ve tvaru jakémkoliv, jenž k antenně může býti připojen přímo



nebo nepřímo podobně jako antenna k oscillátoru při přístroji vysílacím.

Detektorů známe nyní celou řadu a dají se sestaviti do několika skupin. O první skupině jsme již mluvili. Jsou to *koherery*, zakládající se na nedokonalém dotyku kovů; skytají proudu velký odpor, který se však značně zmenší, dopadnou-li na ně elektrické vlny. Do původního stavu vrátí se koherery buď poklepnutím anebo též samočinně.



Obr. 8. Magnetický detektor Marconiho.

Když se jednalo o telegrafování na značné vzdálenosti, ukázalo se, že koherery jsou přece ještě málo citlivy, i byla tedy obrácena pozornost k jiným vlastnostem elektrických vln, aby byly na jejich základě sestrojeny nové detektory. A takovým jedním detektorem, jenž pro bezdrátovou telegrafii koná výborné služby, je *magnetický detektor* Marconiho. Skládá se (obr. 8.) z nekonečného

pásu *P*, složeného z několika asi 0·2 mm tlustých železných drátků, jenž se pohybuje pomalu přes dvě kladky *K<sub>1</sub>* a *K<sub>2</sub>* podobně jako hnací řemen u stroje. V určitém místě probíhá tento drát skleněnou trubičkou, která jest opatřena dvojím vinutím; jedno z nich *B* skládá se z málo závitů silného drátu, kdežto druhé *C* z mnoha závitů drátu velmi tenkého. Cívka *B* je spojena s antenou *A* a zemí, cívka *C* s telefonem. Blízko cívek jsou postaveny dva trvalé podkovité magnety *M M*, jichž jeden pár stejnojmenných pólů (na



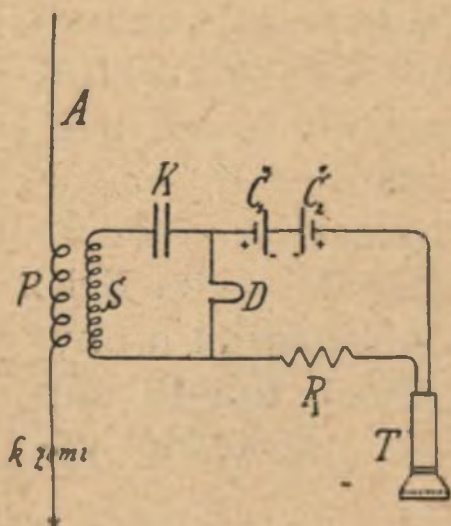
obrázku jižních) je bezprostředně vedle sebe; tak je tedy vždy kousek železného pásu v poli těchto magnetů, a než se pás otočí jednou dokola, také se celý postupně znenáhla zmagnetuje a zase odmagnetuje. Každý by soudil, že železný pás pozbude magnetičnosti ihned, jakmile opustí magnetické pole, ale ve skutečnosti není tomu tak, nýbrž podrží magnetičnost ještě krátký čas potom, kterýžto úkaz zove se *magnetická hysterése* (z řeckého, značí zpoždění). Jakmile však elektrické vlny dopadnou na antenu a proběhnou cívkou *B*, zruší se hysterése, tak že drát probíhající skleněnou trubičkou nabude *ihned* magnetisace takové, jaká mu v tom místě patří bez hysterése; tyto náhlé změny indukují pak v cívce proud, jež v telefonu *T* vnímáme jako kratší nebo delší tón, který značí tolik, jako tečka nebo čárka u obyčejného zapisovacího stroje. Pomocí tohoto důmyslného přístroje dosáhl Marconi skutečně výborných výsledků.

Značného rozšíření doznaly též detektory *elektrolytické*, jako na př. *De Forestův* a *Schlömilchův* z r. 1903. Tento představuje vlastně malý přístroj na rozklad okyselené vody, v němž anoda jest utvořena velice tenounkým platinovým drátkem. Tímto přístrojem prochází slabounký proud, jenž právě stačí, aby rozklad nastal; jakmile však dopadnou naň elektrické vlny, proud okamžitě zesílí a v telefonu do proudovodu vepjatém je slyšeti zvuk, jenž hned zanikne, přestanou-li vlny dopadati. Pak je detektor ihned zcela samočinně uveden beze všeho otrásání v původní svůj stav.

K nejcitlivějším detektorům patří *thermický detektor Fessendenův*, skládající se pouze z kratičkého a velmi tenkého drátu platinového (o průměru pouze 0.0015 mm), stočeného ve tvaru kličky a uzavřeného



zpravidla ve skleněné kuličce. Zajímavé jest, jak se tak tenounký drát dá zhotoviti. Přímě to nejde; i vytáhne se nejprve obyčejný drát platinový o průměru asi  $0\cdot075\text{ mm}$  a potom se kolem něho jako kolem knotu u svíčky obalí vrstva stříbrná, tak že se obdrží drát (zv. drát Wollastonův) asi  $2\cdot5\text{ mm}$  tlustý, načež se celek znovu vytahuje až na tloušťku  $0\cdot05\text{ mm}$ . Tím se zmenší průměr platinového jádra



Obr. 9. Detektor Fessendenův.

asi na  $0\cdot0015\text{ mm}$ . Chce-li se pak tohoto drátku použití k detektoru, nutno stříbrný obal odstraniti z malinkého kousku (asi  $1\text{ mm}$ ), což se provádí tak, že se z kousku Wollastonova drátu utvoří smyčka, jejíž konce se připájí k silnějším drátům, aby se daly připevniti ke skleněnému obalu, a pak se onen malý kousek vyleptá kyse-

linou dusičnou, jež odstraní veškeré stříbro, tak že zbude právě jen onen potřebný kousek tenounkého drátu platinového. Tento detektor  $D$  (obr. 9.) je spojen s antenou induktivně, t. j. antenna  $A$  je připojena k primární cívce  $P$  malého transformátoru, k jehož sekundární cívce je připojen teprve detektor. Do proudovodu je vepjat kondensátor a měnitelný odpor  $R$ ; za zdroj proudu pro tento detektor a telefon  $T$  do proudovodu vřazený bere se velmi malá elektromotorická síla získaná tím, že dva skoro stejné články  $\check{C}_1$  a  $\check{C}_2$  připojíme proti sobě. Elektrické vlny, podobně jako elektrina vůbec, oteplují vodič, kterým procházejí; dopadnou-li tedy na detektor, zahřejí jej, čímž se zvýší jeho odpor a zmenší intensita proudu jím procházejícího,



a tyto změny proudu slyšíme v telefonu jako zřetelný tón. Výhoda tohoto detektoru spočívá v přední řadě v tom, že lze jím velmi rychle jednotlivé značky zachycovati. Tak tvrdí sám Fessenden, že jeho systémem lze v jedné minutě přijmouti 65 slov, kdežto obyčejnými koherery pouze 15 slov. Kromě toho zachycuje se v tomto detektoru ve formě tepla veškerá energie vlnami elektrickými přenesená, tak že stačí mnohem menší energie na stanici vysílací; i uvádí se, že prý lze tímto systémem telegrafovati na vzdálenost 160 *km* induktorem o doskoku jiskry 6 *mm* a s antennami pouze 12 *m* dlouhými.

Nejnověji nahradil Fessenden platinový drát ve svém detektoru kapalinou. I skládá se takovýto detektor z malé nádobky s kapalinou, do níž je vnořeno diafragma s velmi jemným otvorem. Před tímto otvorem je tenounký drátek, jenž je ve spojení s antennou. Dopadnou-li na antenu elektrické vlny, zahřeje se tenounká vrstva kapaliny v otvoru diafragmatu, tak že nahrazuje úplně dříve uvedený platinový drát pouze s tím rozdílem, že její odpor zahřátím klesá. Podle údajů Fessendenových jest energie potřebná pro vytvoření značky u tohoto detektoru asi 500krát menší než u obyčejného kohereru.

Přejdeme nyní k podrobnějšímu výkladu zařízení celých stanic, jež mohu býti provedeny podle rozmanitých systémů. Těchto systémů je nyní již celá řada, tak že lze říci, že skoro každý stát má svůj vlastní systém. K nejrozšířenějším systémům patří systém *Marconioho* (používá se ho hlavně v Itálii a Anglii, částečně v Rakousku, Francii a Belgii), systém *Telefunken* (v Německu, částečně v Rakousku i jinde), systém *Fessendenův* a *De Forestův* (ve Spojených státech severoamerických).



Nejdříve promluvíme o *systému Marconiho*, který první velmi dobře se osvědčil v praxi a stal se jaksi základem pro všechny další práce. První pokusy konal Marconi na svém statku nedaleko Bologny, načež odebral se r. 1896 do Anglie, aby své návrhy předložil tamním poštovním úřadům. R. 1897 byly pak tam provedeny první pokusy na vzdálenost až 14 *km* a když se podařily, připoutaly hned k sobě pozornost vojenských kruhů, tak že ještě téhož roku italské ministerstvo války a námořnictví pozvalo Marconiho, aby u Spezzie provedl další pokusy. Nejprve byly tyto pokusy konány na zemi a potom na moři, přičemž se dosáhlo bezpečného dorozumění až na vzdálenost 18 *km*. Tu poznal již Marconi, že daleko snáze lze telegrafovat přes moře než přes pevninu.

Ale pokusy s jiskrovou telegrafií nekonal jen Marconi, nýbrž i mnozí jiní. Tak na př. německý profesor *Slaby*, jenž byl přítomen anglickým pokusům Marconiho, počal po návratu svém do Německa sám opakovati pokusy, jež viděl, a to s počátku úplně tímž způsobem jako Marconi, později však na základě vlastního systému, v lecčems od systému Marconiho rozdílného. A tak znenáhla počalo se pracovati na mnoha stranách, noví a noví badatelé se vyskytli, tak že telegrafie bezdrátová z nepatrných celkem počátků vyrostla tou měrou, že se odhodlala i k řešení úkolu nad jiné nesnadného, k zasílání zpráv telegrafických vlnami elektrickými přes ohromnou hladinu mořskou, k spojení Evropy s Amerikou. A jako při mnohém zdokonalení této telegrafie měl Marconi vynikající úlohu, tak i při tomto velikolepém problému stojí v první řadě těch, kdož o spojení to usilují.

Myšlenku převésti elektrické vlny přes Atlantický oceán pojal Marconi již r. 1900, kdy nebylo



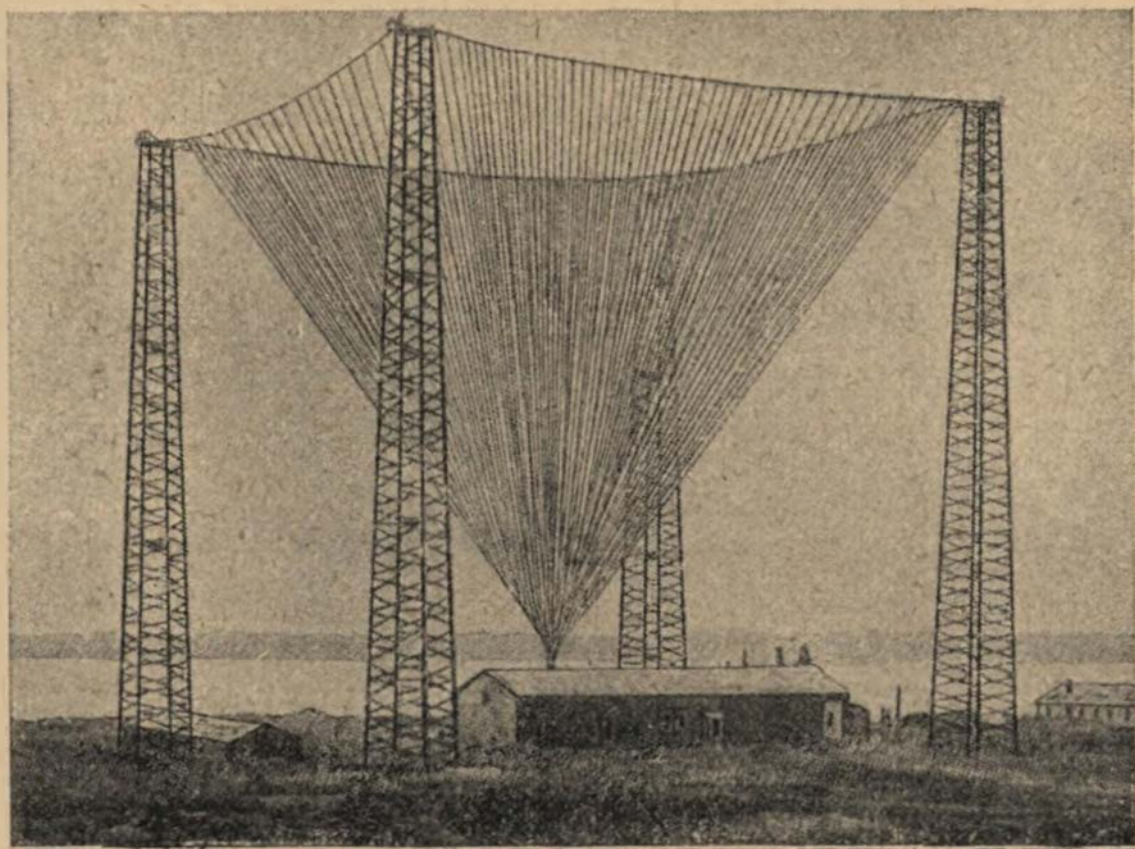
ani po moři dosaženo ještě vzdálenosti větší než 200 *km*. Tu jednalo se o to, vytvořiti elektrické vlny, jež by ještě ve vzdálenosti asi 5000 *km* vzbudily znatelný účinek. Obyčejnými do té doby používanými prostředky to nešlo, neboť i nejcitlivější detektory potřebovaly stanice vysílací, jež by vytvořovala vlny o energii aspoň čtyřistakrát větší než dosud. K řešení této otázky spojil se Marconi s Angličanem *Flemmingem* a konal r. 1901 četné pokusy v Londýně a později v Poldhu v Cornwallsku, kde byla též zařízena první stanice pro transatlantickou telegrafii. Druhá stanice, jež s touto měla býti ve spojení, byla zřízena na mysu Cod (Cap Cod) ve státě Massachusetts v Sev. Americe. Výsledek prvních pokusů nebyl sdělen s veřejností, ale lze plným právem souditi, že nebyl nijak příznivý. Pokusy však nemohly se dlouho konati, neboť obě stanice, zřízené nákladem 378.000 franků, byly v září téhož roku 1901 zničeny bouří. Marconi však neustal, nýbrž hned dal stanici v Poldhu znovu zříditi, opatřil ji velmi silnými přístroji vysílacími a snažil se dosáhnouti spojení se stanicí jinou, St. John v Novém Foundlandu na vzdálenost 3400 *km*, kde bylo zařízení velice jednoduché, jelikož se tam jednalo pouze o stanici přijímací. Antennou byl drát dlouhý 135 *m* a nesený drakem. Marconi ujednal se stanicí v Poldhu, že každodenně o 6. hodině večer telegrafovala mnohokráte za sebou písmenko *s*, které je dáno v Morseově abecedě třemi body. Skutečně pak 12. prosince r. 1901 oznámil Marconi, že v N. Foundlandě zachytil elektrické signály, a dokazoval, že to byly signály posílané z Poldhu. Avšak o správnosti tohoto pozorování se pochybovalo a pochybnost měla tím větší oprávnění, jelikož signály pozorovaly se pouze telefonem a nebyly zachyceny přístrojem zapisovacím.



Vrátil se tedy Marconi zase do Evropy a věnoval celý rok 1902 opětnému zdokonalování a novým pokusům, jež skončily velice příznivě. V červnu r. 1902 konala válečná loď italská „Carlo Alberto“ cestu do severního moře. Byla opatřena přístroji Marconiho starší úpravy, ale přes to mohla ihned telegrafovat se stanicí v Poldhu, jakmile se dostala do anglických vod. Tu pak odebral se Marconi na palubu této lodi a přinesl s sebou magnetický detektor, který tu po prvé měl nahraditi dosud používaný koherer. Loď byla zařízena jako stanice přijímací a na cestě její do Kronštatu i zpět stále konány pokusy, aby se poznaly veškeré zvláštnosti vln elektrických a aby se ukázalo, jak daleko lze telegrafovat. Magnetický detektor osvědčil se výborně, neboť pomocí telefonu daly se v noci až v Kronštatě (na vzdálenost 2000 *km*) jednotlivé značky rozeznati. Tyto pokusy sloužily Marconimu k zdokonalení jeho systému a tak ještě téhož roku znovu dal se do práce, aby uskutečnil spojení Evropy s Amerikou vlnami elektrickými. Americkou stanicí nemohl však již zařídit v místě dříve uvedeném, neboť anglo-americká telegrafní společnost se proti tomu ohradila uvádějíc, že ona jediná má právo provést spojení telegrafní cestou jakoukoli mezi Evropou a Spojenými státy. Na štěstí však kanadská vláda nabídla Marconimu, aby zřídil stanici na jejím území, a tak byla postavena veliká stanice na Cap Breston u Nov. Skotska ve vzdálenosti 3800 *km* od Poldhu. Zařizovacích prací účastnila se též se svolením italské vlády zmíněná již loď Carlo Alberto, která sama převezla Marconiho z Poldhu do Kanady. Po příjezdu dal se Marconi do pilné práce a po půldruhém měsíci 29. prosince r. 1902 podařilo se mu vyslati do Poldhu první holdovací telegramy anglickému a italskému králi. Mezitím ve Spojených státech na



Cap Cod zařízena byla též podobná stanice ve vzdálenosti 4800 *km* od Poldhu, t. j. o 1000 *km* dále, která otevřena byla 16. ledna, a odkudž první telegram odeslal president Roosevelt anglickému králi Edvardovi. Loňského pak roku dne 17. října konečně odevzdány byly veřejné službě transatlantické



Obr. 10. Stanice pro přesmořskou telegrafii.

stanice Marconiho v Clifdenu (Irsko) a na Glace Bay (N. Skotsko), a to nejprve pro telegramy tiskové. Poplatek za jedno slovo u tiskových telegramů činí asi 34 h, u jiných telegramů 68 h. Poplatky společností kabelových jsou dvakrát větší, avšak u nich je hned připojení na linie pozemské, což při Marconiho telegramech dosud ještě není.

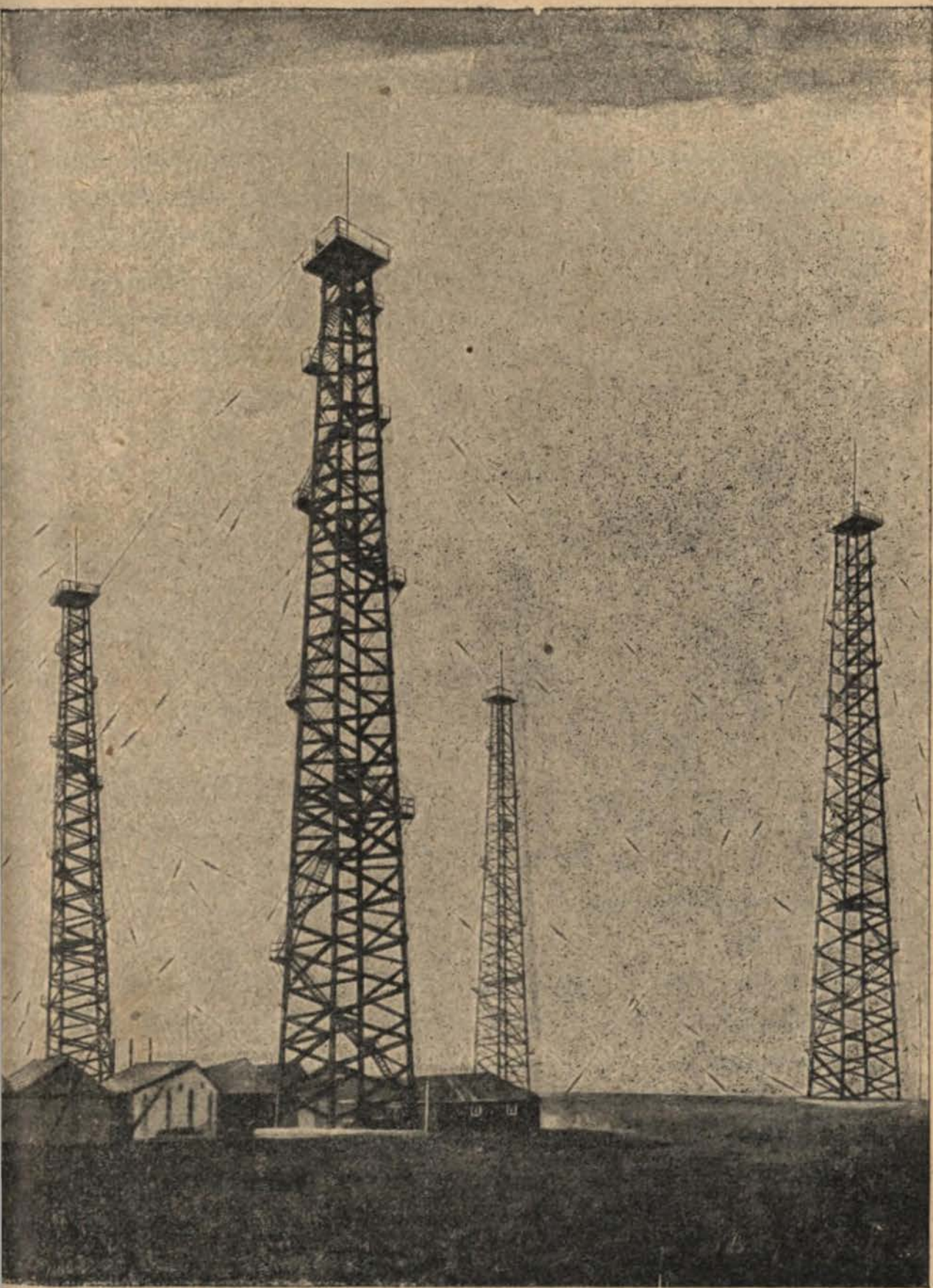
Stanice přesmořská musí býti ovšem zařízena zcela jinak než stanice obyčejné; musí se tu totiž



vysílati velmi značná energie elektrická a tu tedy v první řadě antenna musí býti mohutná. To je nejlépe patrné z obr. 10. a 11., představujících přesmořskou stanici Marconiho. Vidíme tu celou soustavu přijímacích drátů, jež jsou upevněny ve tvaru obráceného jehlanu. Čtyři pilíře, k nimž dráty jsou připevněny, jsou vysoké 70 *m* a stojí na vrcholech čtverce o délce strany 60 *m*. Napětí vln je tu tak veliké, že na každém místě lze z drátů obdržeti jiskry 30 *cm* dlouhé.

Schema vnitřního zařízení podává obr. 12. *G* značí tu generátor poháněný parním strojem o 100 *HP*, jenž má výkonnost 50 *KW* při 2000 volt napětí a vede proud do primární cívky *p* transformátoru *T*, v jehož sekundární cívkce *s* se transformuje na 20.000 volt. Do proudovodu této sekundární cívky je vepjat za sebou kondensátor *K* a primární cívka *p*<sub>1</sub> prvního Teslova transformátoru *T*<sub>1</sub> a paralelně je vepjat oscillátor *j*. Od sekundární cívky prvního Teslova transformátoru je zcela obdobné vedení k druhému Teslovu transformátoru *T*<sub>2</sub>, jehož sekundární cívka *s*<sub>2</sub> je teprve připojena k antenně *A*. Je tedy patrné, že je toto zařízení úplně podobno induktivnímu připojení Braunovu, o němž již dříve bylo pověděno. Kondensátory *K* a *K*<sub>1</sub> jsou si velikostí rovny a skládají se z 18 až 20 menších kondensátorů vedle sebe spojených. Každý pak z těchto kondensátorů zase se skládá z 28 skleněných destiček pokrytých na obou stranách staniolem, které, jsouce náležitě spolu spojeny, kladou se do nádoby naplněné lněným olejem. Teslovy transformátory skládají se tu ze čtyřhranných dřevěných nebo ebonitových rámců délky 60 až 80 *cm*, kolem nichž je položeno primární vinutí, skládající se jen z jednoho závitu asi 10 dobře izolovaných drátů vedle sebe spojených. Nad tímto vinutím je vinutí sekundární, skládající se z 8 až 10

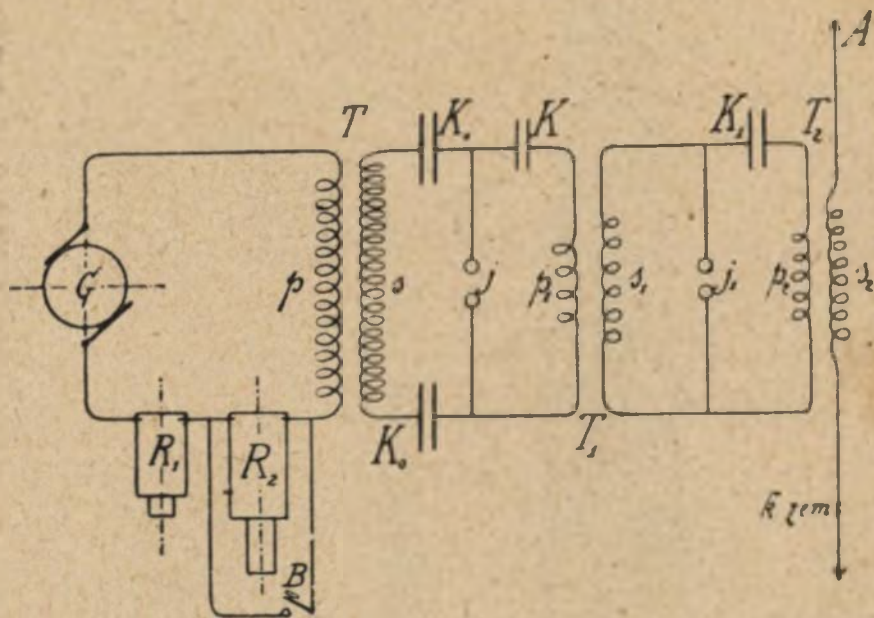




Obr. 11. Stanice pro přesmořskou telegrafii v Poldhu.



závitů podobných drátů, a obě vinutí jsou pak vložena do nádoby se lněným olejem. K vysílání znamení nutno zde použití zvláštního opatření, neboť při obyčejné methodě by se vytvořil mezi kuličkami oscilátoru  $j$  stálý světelný oblouk. Proto vkládají se do proudovodu generátoru  $G$  dvě reakční cívky  $R_1$  a  $R_2$  s posuvným železným jádrem, jimiž se dá regulovati intensita proudu transformátor napájejícího; jádro jedné reakční cívky vytáhne se za tím účelem



Obr. 12. Schema zařízení vysílacího pro telegrafii přesmořskou.

zcela ven, kdežto jádro druhé cívky zastrkuje se tak dlouho, až přestane světelný oblouk u  $j$ ; při tom ovšem nesmí přestat nabíjení a vybíjení kondensátoru  $K$ , což se dá poznati podle stálého pravidelného přeskakování jisker. Úplně pak dá se škodlivý světelný oblouk přerušiti vloženými ještě kondensátory  $K_0, K_0$ . Signály dávají se pomocí klíče  $B$ , čímž jedna z reakčních cívek  $R_2$  spojuje se na krátko. Poněvadž pak se používá při tomto zařízení velmi silných proudů, nutno co možná zabrániti přílišnému zahřátí; proto klade se celý klíč vyjímaje knoflík do



vaselinového oleje a proud se spojuje a přerušuje nikoliv na jediném místě, nýbrž současně na deseti až dvanácti místech.

Když se mělo telegrafovat na tak ohromné vzdálenosti, byla první otázka, zda při přenášení elektrických vln nebude vaditi zakřivení země. Obnáší-li vzdálenost obou stanic asi 5000 *km*, leží přímka, jež obě místa spojuje, v prostředku asi 500 *km* pod hladinou mořskou, tak že, kdyby se vlny šířily přímočaře, nemohly by se z jedné stanice na druhou dostat jinak, než že by se použilo antenn hodně vysoko položených. Leč toho není potřebí, použije-li se vln dostatečně dlouhých (několik set metrů), neboť pak nastává ohyb vln, a vlny i přes zakřivená místa dostanou se k svému cíli.

Veliký význam má bezdrátová telegrafie při zasílání zpráv na plovoucí parníky a pokusy v té věci konané se tak zdařily, že r. 1904 učinil Marconi se známou paroplavební společností „Cunard“ smlouvu, že bude denně dodávati zprávy na lodi této společnosti plující oceánem. Při plavbě parníku Filadelfia shledal Marconi, jenž na něm plul a konal pokusy, některé velice zajímavé okolnosti. Dokud vzdálenost parníku od telegrafní stanice nebyla větší než 800 *km*, daly se posílané depeše zachycovati stejně přesně ve dne jako v noci. Když se však loď vzdálila přes 1100 *km* od Poldhu, nedaly se signály ve dne vůbec čísti, kdežto v noci zachyceny byly až na vzdálenost 2480 *km* s plnou jasností a dosti zřetelně dokonce až na vzdálenost 3360 *km*. Marconi dokonce určil i dobu denní, kdy značky přestaly býti čitelné, totiž mezi 6. a 7. hodinou ranní ke konci února. Toto pozorování vedlo ho pak k myšlence, že příčinou toho je působení denního světla, kterým elektrický náboj se vybíjí, a tato



domněnka zdá se býti podle četných jiných pokusů oprávněna.

Dále se poznalo, že vzdálenost, na kterou lze pomocí elektrických vln telegrafovati, velmi mnoho záleží též na počasí. Je-li v naší atmosféře nějaký rozruch elektrický nebo bouřka, zmenší se ona vzdálenost velmi značně, o 20 až 70% proti vzdálenosti, na kterou se dá telegrafovati při jasném počasí. Kromě toho se ukázalo, že blížící se bouře působí sama na zapisující přístroje, tak že se často objevují i různé značky pocházející od bouře samé. Z toho všeho je patrné, že bezdrátová telegrafie v leccčems je proti obyčejné telegrafii ve značné nevýhodě, tak že s úspěchem může s ní konkurrovati jen v těch případech, kde se obyčejná telegrafie nedá použiti buď vůbec, anebo jen velice nesnadno.

Takových případů je však veliká řada a proto i přes některé nevýhody rozšiřuje se telegrafie bezdrátová stále více a počet stanic ustavičně vzrůstá. Ale tím právě narážíme na novou a to velmi značnou obtíž, kterou nutno též odstraniti anebo aspoň obmeziti. Jakmile budou totiž stanice telegrafní nepřiliš daleko od sebe, může se státi, že detektor některé stanice bude přijímati vlny elektrické současně zasílané z několika stanic, čímž by správné rozluštění depeší bylo nadobro znemožněno. Tím se tedy stává nutnou podmínka, aby vlny z určité vysílací stanice vycházející působily ze všech okolních přijímacích přístrojů pouze na ten, pro který jsou určeny. Z přijímacích pak přístrojů na jedné stanici postavených smí každý zaznamenati jen ty vlny, které vycházejí ze stanice jemu příslušné, kdežto ostatní vlny nesmějí činnost jeho rušiti. Vedle toho má býti zabráněno i tomu, aby každý libovolný přístroj mohl zachytiti depeše z některé stanice vyslané, neboť pak



o zachování tajemství nemohlo by býti ani řeči. Přístroje dosud uvedené těmto podmínkám nevyhovují, neboť vysílají elektrické vlny na všechny strany kolkolem, tak že se dají vysílané depeše přirovnati k mluvené řeči, kterou lze též ve všech okolních místech slyšeti. A jako nelze rozuměti jednotlivým slovům, když celá řada lidí najednou mluví, tak nelze ani rozluštití popsanými přístroji různé depeše současně z mnoha míst zasílané.

Jak odpomoci tomu nedostatku? Za tím účelem konány byly různé pokusy již hned s počátku po objevení telegrafie bezdrátové a skutečně nalezeny rozmanité metody k řešení tohoto úkolu, leč — jak ihned můžeme podotknouti — žádná z nich plně nevyhovuje. Tak na př. jedna metoda používá vln elektrických v určitém jen směru vysílaných, tak že jenom přijímací přístroje postavené v tomto směru mohou signály zachytiti, kdežto na místo okolní elektrické vlny buď vůbec neprijdou, anebo jen tak slabě, že se depeše ve větší vzdálenosti nedají vůbec rozluštití. Je to něco podobného jako při zvuku; tam také hláskou troubou můžeme zvuk vysílati jen v určitém směru, v němž zvuk vysílaný je slyšeti velmi intensivně, kdežto mimo tento směr lze slyšeti toliko zvuk slabší. Metoda tato má také tu výhodu, že lze při ní používati mnohem menší energie, poněvadž tato energie se nešíří na všechny strany, nýbrž jen jedním směrem a tedy lépe se vyžítkuje. Vyžaduje to ovšem, aby poloha stanice, kam se depeše posílá, byla známa, ale tomu v přčetných případech tak není.

Největšího rozšíření doznala *syntonie*, t. j. souhlasné naladění a resonance stanice vysílací i přijímací. Dokonalého a bezpečného řešení úlohy, aby vysílací stanice působila jen na jediný přístroj

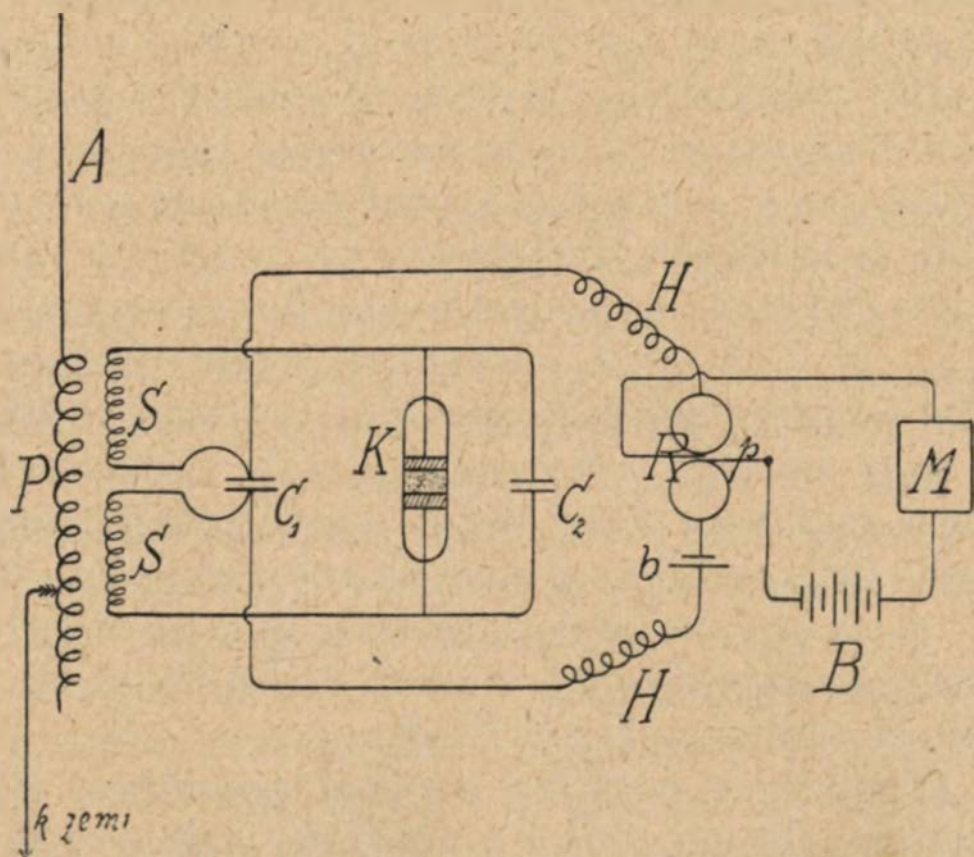


přijímací, nelze ani tu dosíci, neboť vždy zachycuje přijímací přístroj také vlny poněkud jiné délky než přesně té, na kterou je naladěn, ale přece dosáhlo se tím výsledků velmi krásných. Při tom dlužno též uvést, že i při této methodě je značná úspora energie, tak že stejnou energií elektrickou lze při přístrojích dobře naladěných telegrafovati na vzdálenosti mnohem větší než při přístrojích nenaladěných. Pěknou obdobu můžeme i zde uvést zase z akustiky; máme-li dvě ladičky stejného tónu a rozezvučíme-li jednu z nich, rozezvučí se sama o sobě též druhá ladička, i když jest od první dosti daleko postavena. Na libovolné tóny jiné tato ladička nereaguje, leda jsou-li málo odlišny od jejího základního tónu a je-li popud zvukový dosti mocný. Právě tak může přijímací přístroj registrovati též elektrické vlny poněkud jiné délky, než na kterou je sám naladěn, jen když dopadnou na něj z malé poměrně vzdálenosti a jsou-li silné.

Systémů telegrafie naladěné čili syntonické je nyní již celá řada a skoro všechny spočívají na původní myšlence Braunově, při které elektrické oscillace se vzbuzují v uzavřeném kruhu a odtud pak v antenně indukují anebo antennou se zachycují a v uzavřeném proudovodu pak působí indukci na detektor. Schema přijímacího zařízení u systému Marconiho podává obr. 13. Antenna  $A$  je spojena s měnlivou samoindukcí a s primární cívkou  $P$  transformátoru, jejíž druhý pól jest odveden k zemi. Sekundární cívka  $SS$  je v prostředku proříznuta a její vnitřní konce jsou připojeny k polepům malého kondensátoru  $C_1$ ; vnější pak konce jsou spojeny buď s kohererem  $K$  nebo s jiným citlivým detektorem a s malým kondensátorem  $C_2$ , paralelně zapjatým. Od polepů prvního kondensátoru  $C_1$  jde vedení k dvě-



ma malým indukčním cívkám  $HH$  a odtud k relais  $R$  a k článku  $b$ . Jak je tedy patrné, je zde zase jako na stanici vysílací transformátor, k jehož primární cívce je připojena antena a k sekundární detektor. Oba kruhy vodivé (jak otevřený kruh antenový, tak zavřený kruh, v němž je vepjat detektor), jsou nalaďeny souhlasně nejen vespolek, nýbrž také souhlasně s obdobnými kruhy u vysílacího zařízení, čehož



Obr. 13. Schema přijímacího zařízení soustavy Marconiho.

se dá dosíci měnitelnou kapacitou kondensátorů a měnitelnou samoindukcí. Dopadnou-li tedy elektrické vlny o vhodné délce na antenu, zmenší se odpor kohereru a proud z článku  $b$  projde skrze relais  $R$ , jež přitáhne páku  $p$ . Relais zastává zde úplně funkci klíče, neboť přitažením páky uzavře se silný proud z batterie  $B$ , jenž tiskne značky na Morseově zapisovacím přístroji  $M$  úplně stejně jako při obyčejné



telegrafii. Rozumí se ovšem samo sebou, že místo Morseova přístroje lze použítí též telefonu, zejména volíme-li místo kohereru nějaký jiný detektor.

Uvedl jsem již, že nutno jak stanici vysílací, tak i přijímací stejně naladiti, chceme-li zaručiti aspoň částečně tajemství vysílaných depeší. Naprosto je zachovati není posud možno, neboť každá stanice, ať je zařízena na jakoukoliv délku vlny, může přece i při nezměněné úpravě zachycovati vlny lišící se třeba i o několik procent od délky základní. Ale příliš rozdílné vlny nemůže již zachytiti, tak že je tu skutečně aspoň částečné zachování tajemství, což má vždy cenu; k tomu pak přistupuje zde ještě i to, že při naladěných systémech lze malou poměrně energií elektrickou telegrafovati do velmi značné dálky. Je tedy plně oprávněna snaha dosáhnouti pokud možno nejlepšího naladění, k čemuž je třeba, aby byly splněny tyto podmínky: 1. aby vysílací stanice vydávala vlny velmi málo tlumené anebo vůbec netlumené o přesně určené periodě a délce vlny, a 2. aby na obou stanicích daly se uzavřené i otevřené proudovody snadno laditi, aby se tak mohlo dosáhnouti úplné shody.

Promluvme nejdříve o první podmínce. Elektrická energie vln, které v nějakém vodiči oscillují, přeměňuje se znenáhla vlivem odporu tohoto vodiče v teplo, čímž vlny samy zaniknou. Čím menší jest onen odpor, tím více vln sleduje za sebou, čím je větší, tím rychleji se vlny zeslabují, až úplně přestanou; v tomto případě říkáme, že jsou vlny tlumené. Při telegrafii bezdrátové, jak jsme o ní dosud mluvili, je největší odpor vždy v jiskřišti (oscillátoru), t. j. v onom místě, kde jiskry přeskakují. Ale toto jiskřiště je nezbytnou podmínkou, aby vlny elektrické tímto způsobem vůbec vznikly, tak že vlny elektrické



se zde hned při svém vzniku setkávají se svým nepřitelem, s tlumením. Jsou-li však vlny v jednom proudovodu příliš tlumené, nelze druhý proudovod s ním ostře naladiti, neboť lze druhý proudovod plně rozkmitati jenom větším počtem kmitů *stejně silných*, což při tlumených kmitech není. Bylo by tedy pro bezdrátovou telegrafii nejvýhodnější, kdyby se daly rychlé kmity vyvoditi též jinou cestou než jiskrou, když takto vytvořené vlny jsou vždy více nebo méně tlumené. A skutečně podařilo se před nedávnem dánskému inženýru *Poulsenovi* najíti cestu, kterou takové rychlé kmity netlumené vznikají. Jeho úprava\*) je tato: Do proudovodu dynama je zapíat světelný oblouk a paralelně s ním vhodná kapacita (kondensátory) a samoindukce. Pak světelný oblouk zní (zpívající lampa) a v paralelním proudovodu protéká střídavý proud o téže periodě, jakou má tón, který světelný oblouk vydává. Tato perioda se značně zkrátí, čili frekvence (t. j. počet změn střídavého proudu ve vteřině) značně vzroste, když světelný oblouk je v magnetickém poli a když nehoří ve vzduchu, nýbrž ve vodíku anebo v nějakém plynu, vodík obsahujícím. Pak obdrží se střídavé proudy o frekvenci 200.000 až 300.000, které vytvářejí vlny v délce 1500 *m* až 1000 *m*, vlny právě takové, jakých se při bezdrátové telegrafii skutečně používá. Vlny tyto jsou netlumené, protože ustavičně přeměňuje se část energie světelného oblouku ve střídavý proud. Pak ovšem dají se stanice naladiti vzájemně daleko přesněji, tak že jak pokusy ukázaly, již rozdíl jednoho procenta v délce vlny dal se zřetelně rozeznati. Dá se předpokládati, že pro ohromné výhody v budoucnu úplně ovládne

---

\*) Podrobněji je vyložena při telefonii bezdrátové.



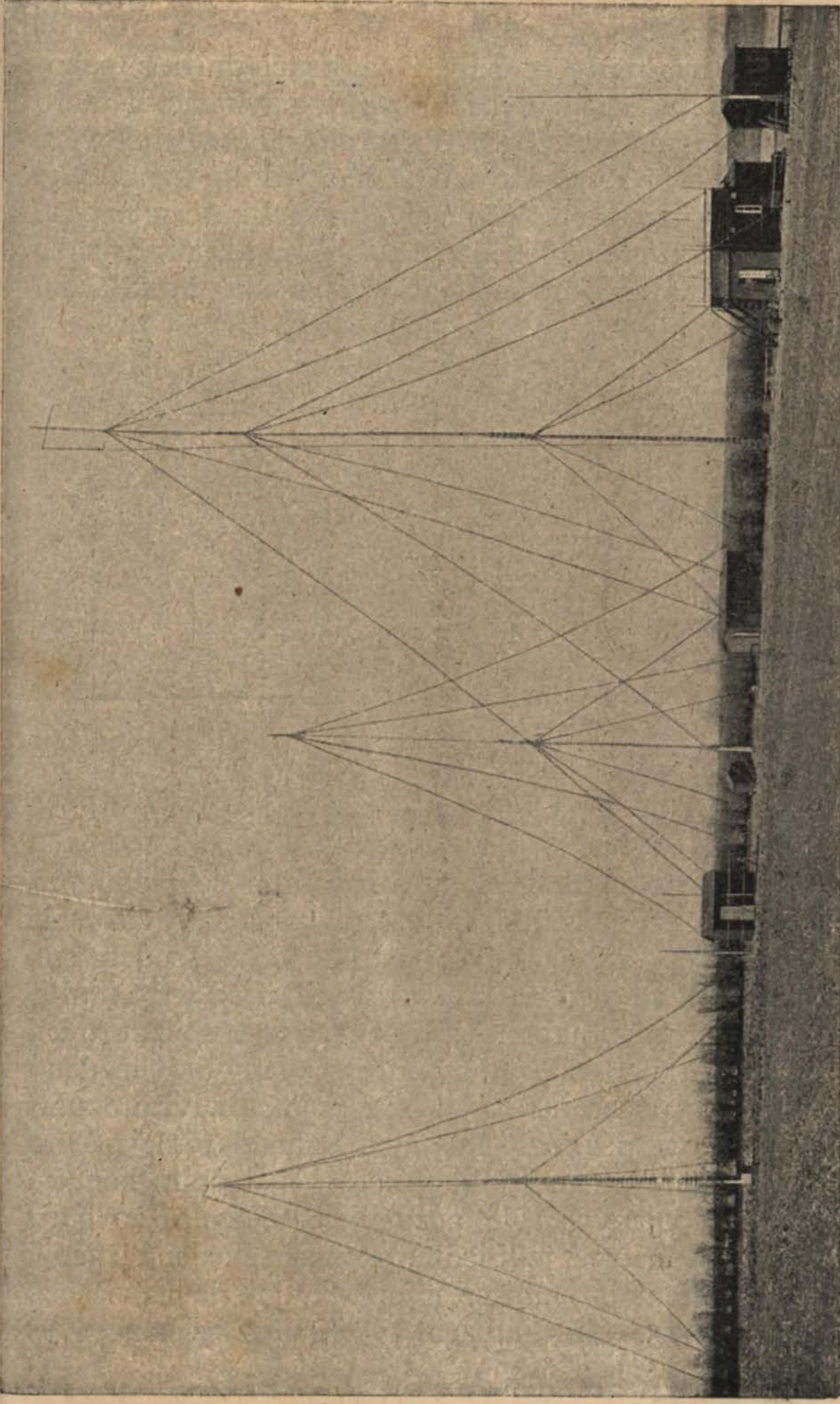
tento způsob vytvořování elektrických vln, dosud se však ještě skoro výhradně používá vln vzbuzených jiskrami, při čemž ovšem tlumení umenšuje se co nejvíce, na př. rozdělenými oscillátory.

O výkonnosti Poulsenovy telegrafie svědčí nejlépe to, že byl loňského roku telegram vyslaný z dánské plachetní lodi Hellig Olav zachycen na vzdálenost 3300 *km*, což jest úspěch neobyčejný, uvážíme-li, že při druhých systémech bylo sice možno telegrafovati také na vzdálenosti velmi značné, ale jen z obrovských stanic pozemských. Zařízení Poulsenovy stanice v Lyngby ukazuje obr. 14.

Druhá podmínka pro řádnou syntonii je ta, aby proudovody stanice vysílací i přijímací daly se snadno laditi. Tu ovšem v první řadě je nezbytno znáti délku vln vycházejících z antenky vysílací do prostoru, aby se potom přijímací přístroj mohl podle toho naladiti. Avšak *výpočet délky elektrických vln* ze známých veličin stanice vysílací je jednak dosti obtížný, jednak není ani dosti přesný, a proto ukázal se nezbytným přístroj, jímž by se v krátké době a přesně dala délka elektrické vlny přímo změřiti. Přístrojů takových je sestrojena již celá řada a všechny se snaží vyhověti té podmínce, aby byly jednoduché a snadno přenosné, aby se daly opatřiti správnou stupnicí a aby měřily délku vlny s přesností aspoň 1<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.

K nejznámějším a nejjednodušším přístrojům tohoto druhu patří „*multiplikační tyč*“ profesora *Slabyho*, jež spočívá na následujícím principu. Každá elektrická vlna má stálá místa největšího a nejmenšího napětí, jež jsou od sebe vzdálena o čtvrtinu délky vlny. Jestliže pak na místo největšího napětí jakéhokoliv kruhu vodivého o určité délce vlny uvedeného v kmitání připojíme drát dlouhý asi polovinu délky

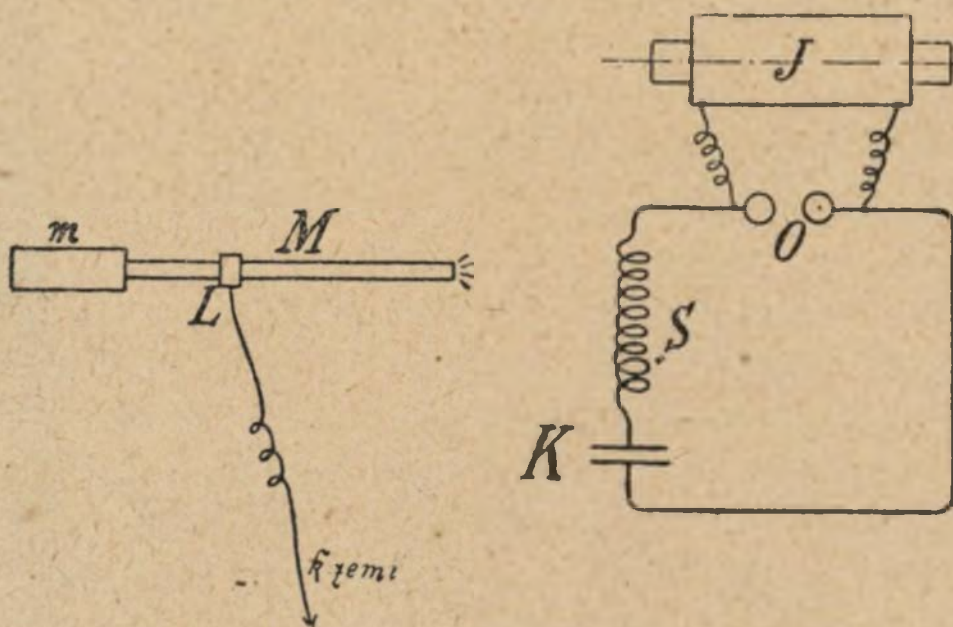




Obr. 14. Poulsenova stanice v Lyngby.



této vlny, může se napětí na konci drátu mnohonásobně zvětšiti (multiplikovati), navineme-li tento připojený drát na cívku. Proto nazval *Slaby* takovéto cívky na určitou vlnu naladěné a jedním koncem ke kmitajícímu kruhu připojené multiplikátory napětí. Toto zvětšené napětí dá se pak ukázati na př. podle *Tesly* malou fosforeskující skleněnou hruštičkou.



Obr. 15. Upotřebení multiplikační tyče *Slabyho*.

Zjev tento vykládá se vyzařováním elektronů, jež je největší, použije-li se co nejmenší kapacity, ale co největší samoindukce, a toho právě se dosáhne, navine-li se drát na cívku. Skládají se tedy multiplikační tyče *Slabyho* ze skleněných trubic různých průměrů, na nichž je navinut izolovaný drát měděný tloušťky pouze 0·1 *mm* tak, že výška závitu obnáší jenom asi 0·2 *mm*. Původně užívalo se k měření dvou stejných multiplikačních tyčí, jedním koncem spolu spojených, ale později se ukázalo, že stačí pouze jedna tyč, je-li jedním koncem svedena k zemi.

Měření provádí se nyní tak, jak je naznačeno na obr. 15. Multiplikační tyč *M* drží se koncem *m*

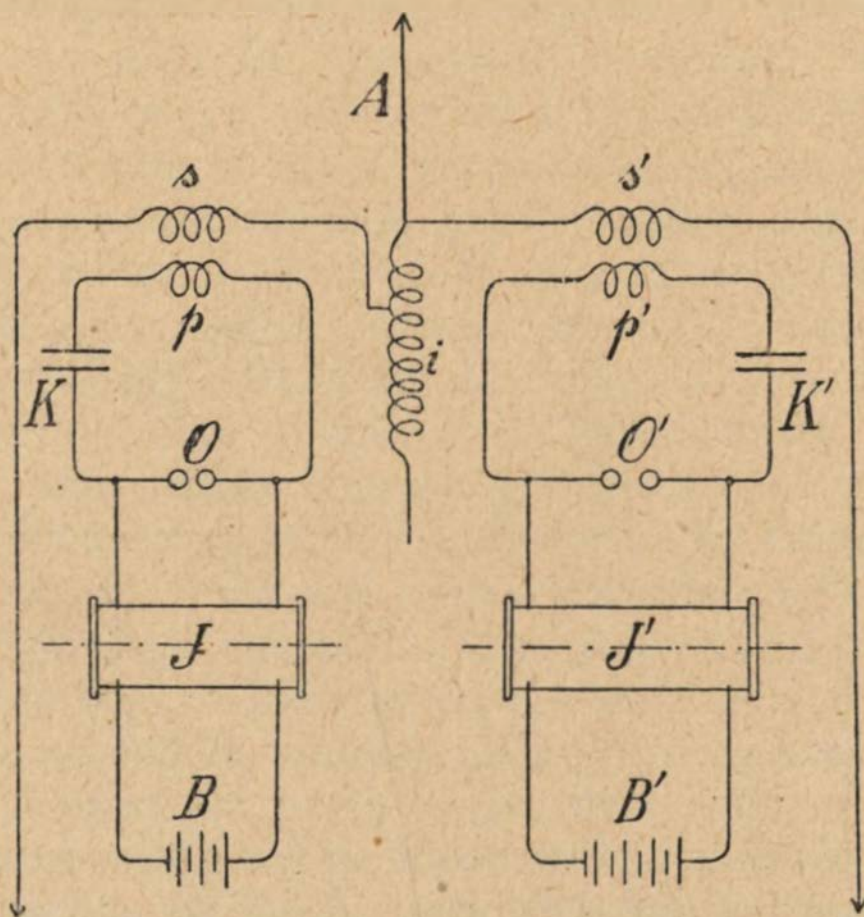


v ruce tak, aby druhý její konec byl v dosti veliké vzdálenosti obrácen k místu největšího napětí kmitajícího kruhu, jehož délku vlny hledáme. U tohoto kruhu značí *J* induktor, *O* oscilátor, *S* cívku samoindukční a *K* kondensátor. Po multiplikační tyči posunuje se pak kovová objímka *L*, se zemí spojená, tak dlouho, až na konci celé tyče vznikne nejmohtnější vyzařování elektronů. To však pro svou slabou modrofialovou barvu dalo by se přímo jen velmi nesnadno pozorovati, a proto přidává se na konec tyče malá destička pokrytá fosforeskujícími krystaly kyanidu platičitobarnatého, jež oním vyzařováním elektronů zasvitne velmi jasně světlezelenou září, která se dá rozeznati i při slunečním světle. Podle toho, jak daleko se musí objímka *L* posunouti, aby nastalo největší záření, určí se ze stupnice na tyči nanesené hned přímo hledaná délka vlny. Pro praktické použití jsou dány do obchodu tři druhy takových multiplikačních tyčí, v jednoduchých skřínkách snadno přenosné. Jsou značeny písmeny *A*, *B*, *C* a jsou všechny dlouhé 80 *cm*, ale průměry jejich jsou různé: první má průměr 1 *cm* a stačí pro určení vlny dlouhé od 100 do 200 *m*, druhá dvoucentimetrová měří vlny od 200 do 400 *m* a konečně třetí o průměru 4 *cm* stačí až pro vlny 800 *m* dlouhé. Jakmile se určí délka vlny, je možno v krátké době změnou samoindukce a kapacity stanici na tuto délku naladiti.

Víme však, že při obyčejné telegrafii lze současně posílati několik depeší, aniž by se nějak vzájemně rušily. Podle toho, co dosud bylo uvedeno, neukazuje se ještě možnost vícenásobné telegrafie bezdrátové, ale ve skutečnosti je to již provedeno. Je třeba jenom jak na stanici vysílací, tak na stanici přijímací postaviti několik samostatných kruhů na



různé délky vln naladěných, tak že se pak může ze stanice vysílací posílati a na přijímací stanici zase přijímatí několik zpráv současně, aniž by bylo třeba měniti délku vlny, anebo používatí několika antenn. Pro dvojnásobnou telegrafii ukazuje obr. 16. schema



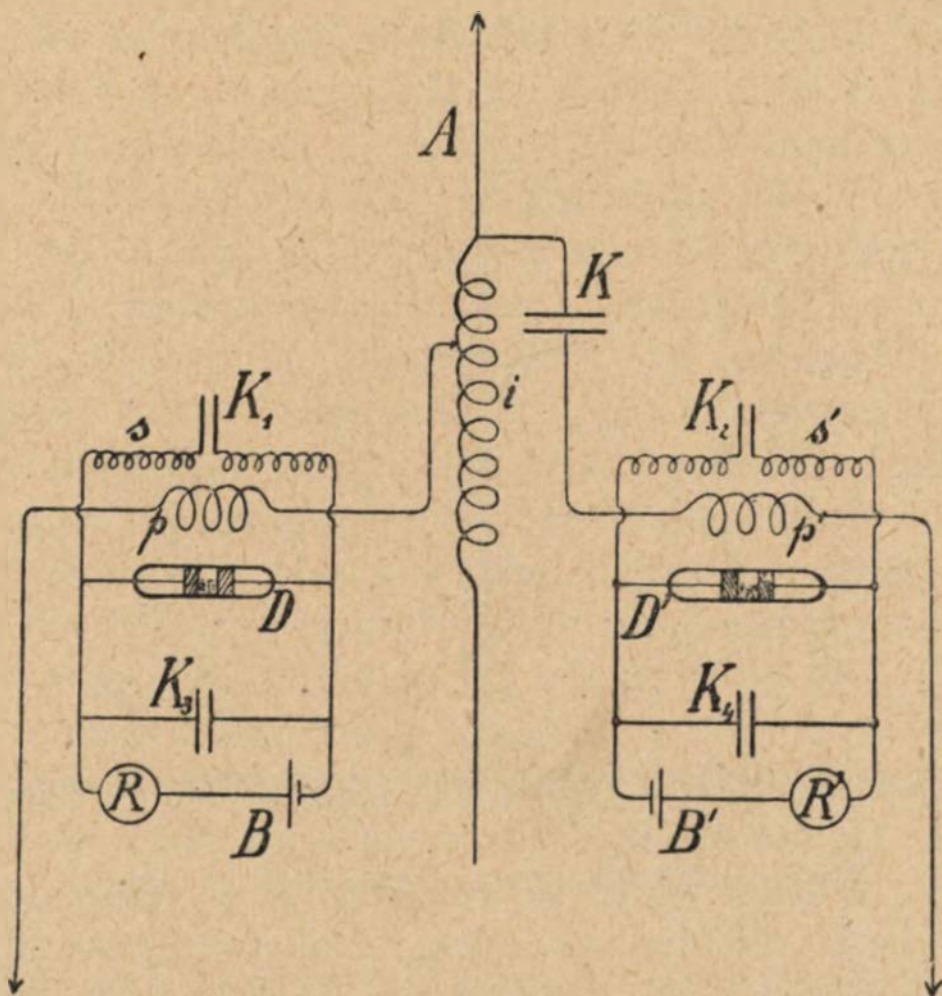
[Obr. 16. Stanice pro současné vysílání dvou depeší.

stanice vysílací a obr. 17. schema stanice přijímací. Na těchto obrázcích značí  $J$  indukční přístroj Ruhmkorffův,  $O$  oscilátor,  $B$  baterii,  $K$  kondensátor,  $p$  a  $s$  primární a sekundární cívku transformátoru,  $i$  cívku samoindukční,  $A$  antenu,  $D$  detektor (na obrázku rýsován koherer) a  $R$  relais.

V novější době je velmi rozšířena soustava *Telefunken*, o které chci nyní ještě podrobněji promluvíti jakožto o soustavě, kterou nejsnáze v soused-



ním Německu můžeme spatřiti a která jest instalována letos i na naší jubilejní výstavě. V Německu byly původně dvě společnosti pro bezdrátovou telegrafii, a to „Dr. Ferd. Braun, Siemens & Halske“ a „Slaby-Arco-Allgemeine Elektrizitäts-



Obr. 17. Stanice pro současné přijímání dvou depeší.

gesellschaft (A E G)“, které se r. 1903 spojily v závod jediný a uvedly v život nový systém z obou předešlých kombinovaný, jenž obdržel podivné jméno *Telefunken* (z řeckého téle = daleko a z německého Funken = jiskra). Nová společnost věnovala s počátku největší péči co nejdokonalejšímu vystrojení stanic pro normální vzdálenost 200 až 400 *km*. Jakých úspěchů se dodělala, patrně nejlépe z počtu

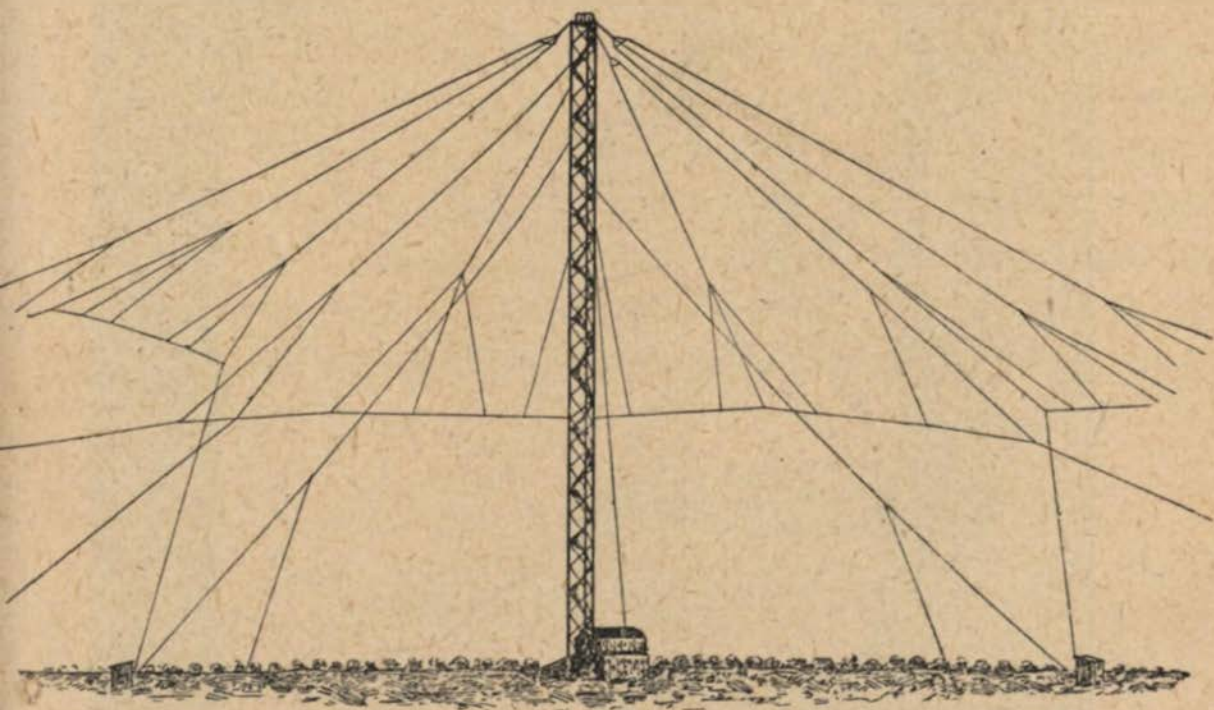


provedených stanic. Koncem února r. 1906 bylo touto společností provedeno pevných stanic celkem 136 (z nichž na př. v Německu 22, v Rakousku 5, ve Spoj. Státech severoamerických 26), lodních stanic 334 (z nich v Německu 110 na válečných a 21 na jiných lodích, v Rakousku 14, v Rusku 92 kromě jiných) a přenosných stanic 48 (z nich na př. v Německu 10, v Rakousku 5, v Rusku 8), tedy celkem 518 stanic, což je číslo zajisté úctyhodné. Podle statistických výkazů letošního roku uveřejněných je nyní celkem 1550 stanic pro bezdrátovou telegrafii, z nichž je systémem *Telefunken* provedeno 41<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, systémem Marconioho 20<sup>0</sup>/<sub>0</sub> a De Forestovým 6<sup>0</sup>/<sub>0</sub> z úhrnného počtu. Ostatní systémy všechny jsou zastoupeny mnohem méně.

Avšak společnost nezapomínala při tom též na pokusy se stanicí, jež by mohla telegrafovat na vzdálenost mnohem větší. Pokusy v té příčině byly konány již od r. 1902 a po splnutí obou původních společností bylo v nich též pilně pokračováno. Pokusná stanice byla zařízena v předměstí Oberschöne-weide 14 km od Berlína, v centrále uvedené již A. E. G., odkudž šel se též proud k telegrafování potřebný. Přístroj vysílací byl tak zařízen, že mohl přijmouti až 15 kilowatt z původního střídavého proudu, který byl transformován na 50.000 volt. Při jiskrovém výboji vznikly neobyčejně rychlé kmity elektrické (900.000 ve vteřině), jež pak antennou byly vysílány do dálky. Antenna byla tu vytvořena asi ze 100 jednotlivých drátů, které se nálevkovitě sbíhaly k zemi a nahoře byly upevněny na čtyřech komínech 70 m vysokých. Při prvních pokusech dosáhlo se bezvadného spojení přes pevninu na vzdálenost 275 km již dvěma kilowatty primárního proudu, ačkoliv přijímací antenna



byla jen 35 *m* vysoká. Když se pak energie primárního proudu zvětšila, bylo možno telegrafovat až do Karlskrony ve Švédsku (450 *km*) při antenně přijímací opět jen 35 *m* vysoké. Tak zvětšovala se vzdálenost, na niž bylo možno telegrafovat, až asi na 1200 *km*, a když se tak společnost přesvědčila, že lze jejich systémem překonati velmi dobře ohromné



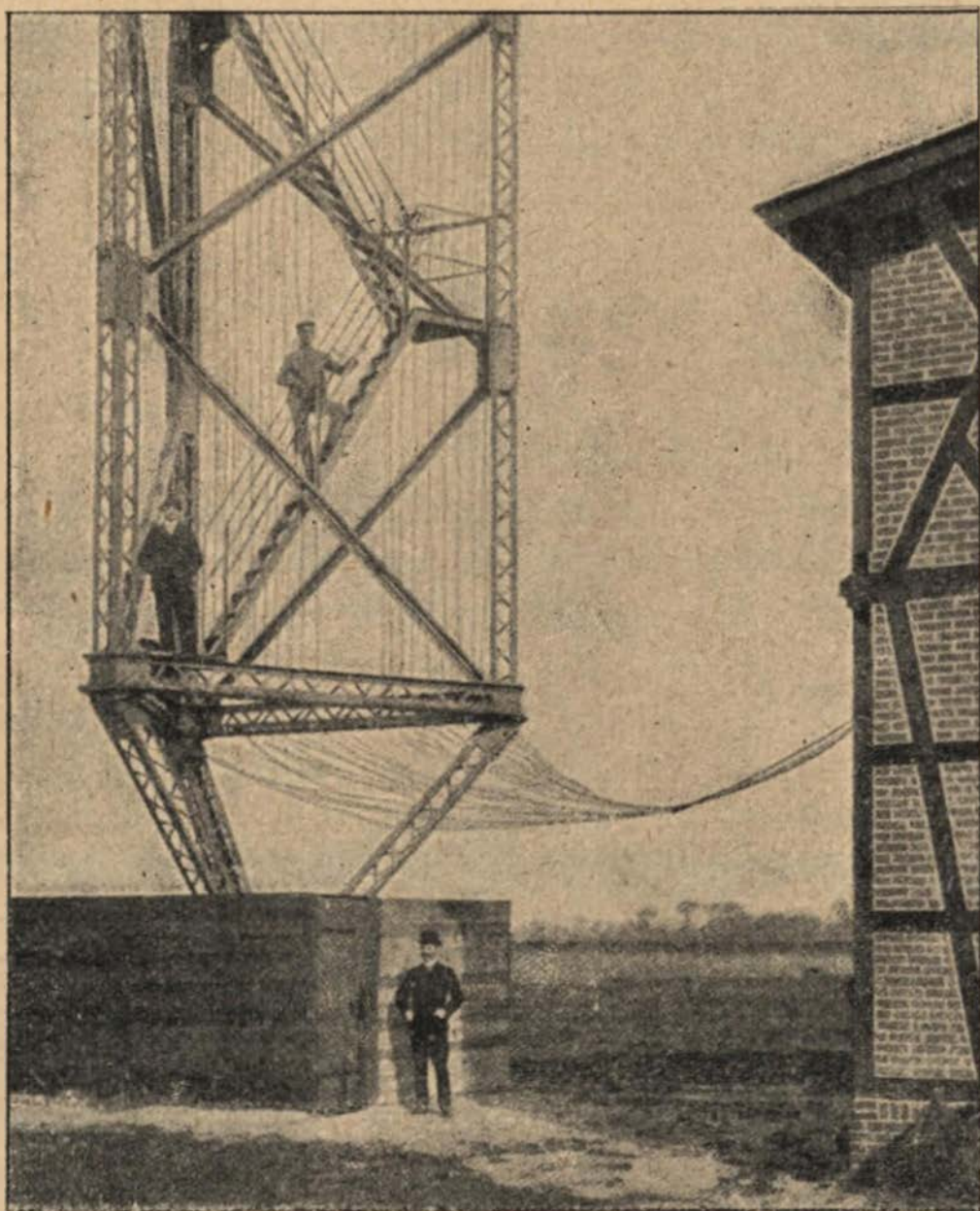
Obr. 18. Stanice pro jiskrovou telegrafii v Nauen.

vzdálenosti, přikročila k stavbě definitivní stanice, která jest nyní již delší dobu v činnosti a výborně se osvědčuje.

Tato veliká stanice (obr. 18.) je zbudována ve vzdálenosti asi 40 *km* severozápadně od Berlína nedaleko městečka *Nauen*, ležíc v krajině úplně rovné, pokryté daleko široko samými lučinami, poli a lesy. Pro telegrafii bezdrátovou je to krajina nad jiné výhodná, poněvadž na spodní vodu narazí se již v hloubce asi 2 *m*, a tak vodivé spojení přístrojů se zemí je velmi snadné. Za to tím horší ovšem byly



poměry pro stavbu věže, nutné pro zavěšení sítě vysílací, a pro stavbu ostatních budov, ale přece podařilo se všechny v krátké době znamenitě přemoci.

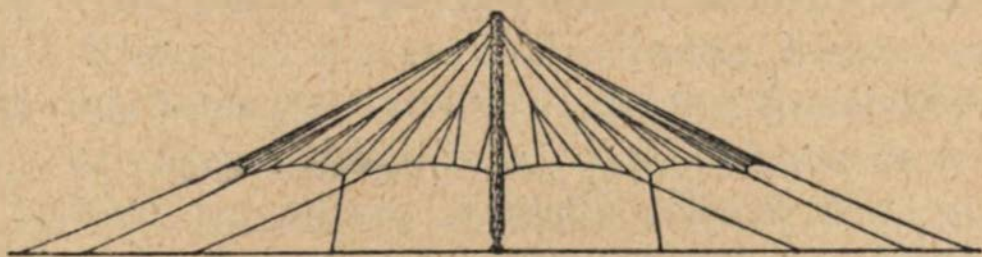


Obr. 19. Spodní část věže nauenské.

Zvlášť zajímavě rozřešena byla stavba vysoké věže, již je viděti na obr. 18. a 19. Věž 100 m vysoká je mohutná železná konstrukce tvaru trojbokého hranolu o délce hrany podstavné 4 m. Pobočné vzpěry jsou snýto-



vány z profilových želez 8 *m* dlouhých a jsou mezi sebou příhradovitě vyztuženy. S výše 6 *m* nad zemí sbíhají se pobočné hrany jehlancovitě k zemi a spojují se ve veliké litinové kouli, jež spočívá pohyblivě v pevném ložisku, odděleném od silného betonového základu isolační vrstvou. Věž je tedy labilně postavena a je držena v rovnováze jen trojím napínacím zařízením, které je připevněno na věži ke každé pobočné hraně ve výši 75 *m* a vede k zemi asi ve vzdálenosti 200 *m* od základů věže. Napínací zařízení skládá se z kulatých železných tyčí několik metrů dlouhých, jež jsou silnými klouby spolu spojeny, a je při zemi izolovaně zapuštěno do zdiva z pálených cihel. Napínací tyče musí býti též nahoře od věže izolovány, a poněvadž napětí elektrické je tu tak velké, že vznikají jiskry až 100 *cm* dlouhé, bylo



Obr. 20. Nauenská antenna.

nutno tyto isolace umístiti v oleji, což se až dosud osvědčilo velmi dobře.

Na věž lze vystoupiti po schodech, které jsou uvnitř (obr. 19.), a ve výši 96 *m* dospěje se na plošinu, odkudž lze upravití vlastní antenu, která v podobě ohromné sítě s vrcholku věže široce se rozkládá k zemi. Tato antenna je šestidílná (obr. 20.) tvaru deštníkového a je tak upravena, že vždy dvě proti sobě ležící výseče jsou vzájemně spojeny přes kladku a tak se vyvažují, čímž se také vyrovnávají



síly jednostranně na antenu působící. Zároveň však je na vrcholku věže zařízení, jímž lze každou ze šesti výsečí samu pro sebe spustiti. Antenna skládá se v hořejší části z 54 bronzových pramenů, jichž počet se směrem k zemi zvětšuje na 162, a to tak, že se každý pramen asi na čtvrtinu své délky rozděluje na tři. Úhrnná plocha celé této deštníkové sítě obnáší asi 60.000  $m^2$  a každá její výseč jest připoutána konopným provazem izolovaně k železné traverse do země zaražené. S vrcholku věže sbíhají se pak do stanice ještě všechny 54 odváděcí dráty anteny, rozdělené v šest oddílů a spojené dřevěnými rahny. Tyto dráty jsou vedeny neisolovaně podél věže dolů a na spodním konci pohromadě vstupují do staniční budovy, jak je patrné z obr. 19.

Při bezdrátové telegrafii musí býti postaráno o řádné spojení některých částí přístrojů k zemi. Toto vedení zemní skládá se při Nauenské stanici ze 108 železných drátů, paprskovitě do země vložených, které se podobně jako u anteny rozvětvují v 324 dráty, pokrývající úhrnnou plochu asi 126.000  $m^2$ . Ve středu se všechny tyto dráty spojují a jsou odtud vedeny opět do staniční budovy.

Stanice sama je stavba jednopatrová s kolnou pro lokomobilu. V přízemí vedle obytných místností jsou místnosti pro stroje elektrické a pro telegrafování, v prvním poschodí pak samostatná místnost pro přeměnu proudu na vysoké napětí. Topení lze obstarávati výfukovou parou z lokomobily, která pohání též generátor. Tato lokomobila má výkonnost asi 35 *HP* při přetlaku 7 atmosfér a 120 obrátkách v minutě a napájí se přímo pumpou, čerpající ze spodní vody, které v těch místech je všude dostatek. Aby se ušetřilo paliva, pracuje lokomobila při nevelikém zaměstnání stanice jen s malým tlakem páry, jenž



stačí k odeslání krátkých telegramů. Jakmile však nutno vyslati telegram velmi dlouhý anebo rychle za sebou celou řadu menších telegramů, tu dosáhne se exhaustorem v několika minutách plného tlaku a stroj pracuje normálně. Od setrvačníku lokomobily veden jest řemen k jednofázovému generátoru na střídavý proud, jehož magnety se magnetují samostatným malým dynamem. Tento generátor má výkonnost asi 25 kilowatt při 50 periodách a při 750 obrátkách v minutě. Od generátoru vedou dráty k rozváděcí desce, na níž jsou všechny pojistky, potřebné vypínače i měřicí přístroje. Střídavý proud generátorem vyrobený napájí čtyři primární reakční cívky a čtyři induktory, které jsou s ostatními přístroji pro vysoké napětí v prvním poschodí. Zařízení vysílací skládá se ze 360 velikých lahví leydenských, které se nabíjejí proudem ze sekundárního vinutí čtyř induktorů, k nimž jsou přiřazeny dvě reakční cívky pro vysoké napětí. V prvním poschodí postaveno je ještě jiskřiště, cívky samoindukční a vedení k přístrojům, jimiž je možno změřiti kdykoliv délku elektrické vlny.

Chceme-li přijímati depeše telegrafní, je potřebí jen zavřítí vypínač, kterým se vypne střídavý proud generátoru a současně přepne antenna i zemní spojení od kruhu vysílacího na kruh přijímací, čímž vysílání depeší jest úplně znemožněno. Zařízení toto bylo naprosto nutné, aby citlivé přístroje přijímací byly uchráněny od mohutných účinků přístrojů vysílacích, byť i tyto přístroje z téhož důvodu byly v prvním patře.

Veškeré přijímací přístroje jsou na společném stole v přízemní telegrafní místnosti spolu se všemi kondensátory a cívkami, nutnými pro naladění přijímacího kruhu.



Je samozřejmo, že celá stanice musí býti dobře chráněna též od výbojů atmosférické elektřiny, a tu nutno doložiti, že přístroje použité ve stanici nauenské se výborně osvědčují.

Obsluha této veliké stanice je nadmíru jednoduchá; stačí totiž pouze 2 muži, a to 1 topič, který může konati i všechny ostatní hrubé práce ve stanici, a 1 zkušený telegrafista. Výsledky pak, jichž se až dosud dosáhlo, jsou vší úcty hodné. Největší vzdálenost, na níž se dalo do nedávna telegrafovati, byla kolem 3000 *km* (částečně přes pevninu), při čemž depeše byly přijímány na parnicích přístroji soustavy „Telefunken“. Letošního roku však podařilo se telegrafovati na vzdálenost ještě větší. Z Hamburku vyjel totiž do Buenos Aires parník *Cap Blanco*, jenž denně dostával z Nauen zprávy; poslední z nich obdržel na Santa Cruz (Teneriffa), tak že bezpečného spojení bylo dosaženo až na 3700 *km*. Přes pevninu nejdále bylo možno telegrafovati dosud na vzdálenost 1350 *km* (do Petrohradu) a i v terrainu velmi nepříznivém, hornatém, docíleno z Nauen spojení až se stanicí švýcarskou v Rigi-Scheidecku na vzdálenost 800 *km*. Tím ovšem není ještě dosaženo největší výkonnosti, tak že plným právem můžeme býti zvědaví, jaké překvapení nám asi budoucí doba přinese.

Z toho, co bylo řečeno, je patrné, že telegrafie bezdrátová nemůže doufati v přemožení telegrafie obyčejné, ale že přes to je její význam ohromný všude tam, kde spojení drátem nedá se vůbec provésti anebo jen velmi nesnadno. Tak na př. lze zajistiti touto telegrafií stálé spojení mezi pevninou a parníky po oceánu plujícími a skutečně již po několik let tisknou se na palubách některých transatlantických parníků denně noviny, obsahující na prvním místě



jiskrové telegramy s nejnovějšími zprávami z pevniny.

Za války rusko-japonské použito bylo telegrafie bezdrátové s velikým úspěchem i při službě zpravodajské. Anglický časopis „The Times“ vyslal totiž na bojiště svého válečného zpravodaje se dvěma stanicemi telegrafními systému de Forestova, z nichž jedna byla postavena na pevnině nedaleko Vei-Hai-Vei, druhá pak na malém parníčku, jenž sledoval všechny válečné námořní operace z blízkosti co největší. Celá úprava obou stanic byla provedena v době ne celých tří týdnů.

Ve vojenství vůbec má telegrafie jiskrová velikou důležitost, jak zase nejlépe ukázala prakse ve válce rusko-japonské, v bojích Němců s Herery v Africe a v nejnovější době při válečných operacích Francouzů v Maroku. Také skoro všechny státy snaží se dosáhnouti co nejlepšího zařízení telegrafního, při čemž hlavní váha se klade na spolehlivost, na snadnou a rychlou instalaci a na malou potřebu mužstva. Je známo, že již dříve byla a dosud jsou ve vojsku zvláštní telegrafní oddělení, určená pro obyčejnou telegrafii, která však vyžaduje vždy značného času, než se připraví vše k telegrafování potřebné, tak že rychlým operacím vojenským nevyhovuje. Proto brzy po objevu telegrafie bezdrátové konány i s touto zkoušky s počátku s malým výsledkem, ale později velmi úspěšně, tak že nyní již skoro ve všech větších státech jsou zvláštní vojenská oddělení pro tuto telegrafii.

K nejrozšířenějším systémům při vojenských stanicích patří známý nám již systém Telefunken, jehož se na př. v sousedním Německu nyní výhradně používá. Zhotoveny jsou pak dva druhy stanic, a to jednak přenosné, působící na vzdálenost asi denního



pochodu (25—30 *km*), jednak převozné, jichž působnost sahá asi na 200 *km*.

Stanice prvního druhu mají obstarávati hlavně službu výzvědnou a tím již je dána řada podmínek velmi nesnadných, jež nutno splniti, má-li se naznačeného cíle dosíci. Nosičem anteny je tu kovový stěžeň 15 *m* vysoký, skládající se z 8 částí dlouhých 1·85 *m*, antenna pak tvaru deštníkového je složena ze 6 bronzových pramenů délky 25 *m*. Při přenosných stanicích, kde se jedná o rychlé postavení stanice na kterémkoliv místě, bývá velmi obtížno nalézt dobré spojení se zemí a proto se raději užívá vhodné sítě anebo dlouhých drátů, jež se izolovaně nad zemí upevní a k nimž se pak připojí ta část přístroje, jež má býti spojena se zemí. Stanice může býti opatřena též draky, jichž lze použiti při příznivém větru a jež vynesou vysílací drát do výše 100 *m*, tak že se pak výkonnost stanice rozšíří až na 50 *km*.

Zdrojem energie je malé dynamo, dávající při 1200 obrátkách v minutě proud o napětí 45 volt a intensitě 1 ampère; uvádí se v pohyb šlapáním pomocí zvláštního zařízení velocipedového. Celé toto zařízení dá se rozložití nebo složití ve 3 minutách. Vysílací přístroj, skládající se z induktoru, oscillátoru, kondensátorů i cívek samoindukčních, jest umístěn v dřevěné skřínce, podobně jako přístroje stanice přijímací; na pochodu vkládají se pak tyto skřínky do kožené torby, aby byly chráněny před deštěm.

Váha úplné stanice obnáší asi 200 *kg* a je tak rozdělena, aby se dala přenášeti co nejpohodlněji. Není-li nutno stanice ihned použiti, převáží se na dvoukolové káře, která postačí pro dvě stanice i s nutnými rezervními přístroji. Takto naložená



kára váží asi 800 *kg* a doveze obě stanice nejprve na místo, kde se zastaví nejvyšší velitelství, které chce míti spojení telegrafní s předními vojenskými sbory. Zde se tedy postaví jedna stanice, kdežto druhá postupuje dále, a to buď s jízdou nebo s pěchotou. Postupuje-li s jízdou, postačí na nesení všech přístrojů čtyři koně, postupuje-li pak s pěchotou, dá se celá stanice přenést 10 muži. Z osmi dílů kovového stěžně sestrojí se čtyři nosítka, jež jsou vždy dvěma muži nesena, a na to se naloží většina předmětů. Zbývající věci nesou pak v torbách 2 muži, tak že na každého muže připadá břemeno asi 20 *kg*. V praxi osvědčily se tyto stanice velmi dobře; při postupu Němců proti Hererům u Waterberga obdržel každý ze tří útočících oddílů vojenských jednu takovouto stanici a přes nepříznivý terrain udrželo se vzájemné spojení zcela uspokojivé. V krajině stromovité lze se obejít bez vytyčování stěžně, neboť stačí, položí-li se drát do koruny nějakého osamělého stromu a připojí-li se jeho konec k přijímacímu přístroji; když se na př. užilo jilmu asi 20 *m* vysokého, mohlo se telegrafovat až na vzdálenost 120 *km*.

Druhého druhu jsou stanice pojezdné, jež umožňují velmi rychlou výměnu zpráv mezi libovolnými místy až na 200 *km* vzdálenými; ovšem lze tyto stanice postavit jen na místech, kam je možno vozmo se dostat. Každá stanice skládá se ze čtyř dvoukolových kar, které tvoří dva čtyřkolové vozy, jsouce vždy po dvou spojeny podobně jako dělo s kolesnou, odkud také tento systém telegrafních stanic má své jméno (Karren-Protz-System). První vůz skládá se ze dvou kár, z nichž na jedné jest uloženo potřebné nářadí a na druhé přístroje vysílací a přijímací, druhý pak vůz je tvořen kárami se stěžněm a s motorem. Je-li stanice vyzbrojena nejen



stěžněm a draky, nýbrž i balony, je každý vůz tažen šestispřeží a váží i se čtyřmi muži jako posádkou asi 1700 *kg*.

Vůz pro potřebné nářadí je velmi prakticky rozdělen v několik oddílů a obsahuje: nádrž na 30 *l* benzínu, 3 balony v plachtovině zabalené (obsahu 10 *m*<sup>3</sup>), 3 lahve na plyn po 5 *m*<sup>3</sup>, skříňku s 30 leydenskými lahvemi, cívku samoindukční k zvětšení zachycovací sítě antenové pro vlny delší než 500 *m* a vhodnou kapacitu (kondensátory) k zmenšení téže sítě pro vlny kratší než 500 *m* a různé součástky rezervní. Kromě toho po obou stranách káry jest upevněno celkem 8 dílů kovového rozkládacího stěžně podobně jako na káře, určené pro ostatní součástky stěžně. V této druhé káře jest úplná síť antenová i vyrovnávací, kteréž obě se připevní k stěžni podobně jako u stanice přenosné; kromě toho jsou v této káře rezervní části těchto sítí i nutné náčiní pro motor, jakož i tři lahve po 5 *m*<sup>3</sup> plynu, jichž se ovšem užije jen tehdy, je-li stanice opatřena též balony. Pro tento případ postačí pro jeden balon obsah dvou lahví, tak že stanice jest opatřena plynem pro tři náplně. Poněvadž pak i naplněný balon může se na voze převážeti, nemusí se při změně místa plyn vypouštět, a tak vystačí jedna náplň balonu až na 10 hodin. Místo balonu lze též užítí za příznivého větru draků, které podobně jako balony zachycovací drát vynesou do vzduchu. Při obou těchto způsobech je stanice v 10 minutách úplně připravena k práci.

Déle to ovšem trvá při vztyčování stěžně, leč i tu ve  $\frac{3}{4}$  hodiny lze již zahájit pravidelné spojení telegrafní. Stěžeň skládá se celkem ze 16 částí, jež jsou dohromady dlouhé 30 *m* a zvláštním zařízením jsou k sobě připojeny. K postavení stanice je potřebí vedle pod-



důstojníka 10 mužů, z nichž 8 sedí na obou vozech a dva jedou vpředu na koních. Z toho, co dosud bylo řečeno, zdálo by se, že snad užívání stěžně je zbytečnou přítěží, ale není tomu tak, uvážíme-li, že právě pomocí stěžně jsou stanice naprosto nezávisly na větru a tedy mohou pracovati za každého počasí.

Při stěžni s deštníkovitou antennou používá se celkem vln elektrických trojí délky; je-li vlna dlouhá 250 až 500 *m*, dá se telegrafovati až na 75 *km*, je-li dlouhá 500 až 800 *m*, lze telegrafovati až na 115 *km*, a konečně při délce vlny ještě větší až do 1150 *m*, lze telefonem zachycovati zprávy ještě ve vzdálenosti 150 *km*. Volíme-li místo stěžně balony nebo draky, jež vynesou zachycovací drát až do výše 250 *m*, jest délka vlny asi 850 *m* a vzdálenost, na niž lze telegrafovati, měří 225 *km*. Ale přece zase nějakou nevýhodu má toto zařízení; nedá se totiž stanice s jednoduchým vysílacím drátem tak dobře naladiti, jako stanice se stěžněm a s deštníkovitou antennou, tak že při této lze vyloučiti při přijímání depeší všechny vlny s délkou třeba jen o 10<sup>0</sup>/<sub>0</sub> rozdílnou, kdežto při oné teprve vlny s délkou o 50<sup>0</sup>/<sub>0</sub> rozdílnou nepůsobí na přístroj přijímací.

Třetí kára obsahuje benzinový motor o 4 *HP* s elektromagnetickým Boschovým zapalovadlem, s vodním chlazením a pumpou, ventilátorem a nádržemi na vodu (15 *l*) i na benzin (30 *l*), kterážto zásoba vystačí pro 30hodinový nepřetržitý pohon. K hřídeli motoru je přímo připojeno šestipólové dynamo na střídavé proudy o výkonnosti 750 watt (6·8 ampère a 110 volt) při 1000 obrátkách v minutě, jehož magnety jsou buzeny samostatným malým dynamem o napětí 18 volt a intensitě 4 ampère, které též automaticky nabíjí akumulátory pro za-



palování. Rozváděcí deska s měřicími přístroji a pojistkami, jakož i nutné náčiní, jsou umístěny v téže káře. Ze zásuvky na této desce je pak veden přívodný kabel ke čtvrté káře, na níž jsou v přední části postaveny přístroje vysílací a v zadní přístroje přijímací. Hlavní částí vysílacího zařízení jest induktor, v jehož sekundárním proudovodu jest batterie 144 leydenských lahví, rozdělených ve dvě skupiny po 72. V těchto skupinách jest vždy šest lahví spojeno dohromady v balíčku, jenž se dá snadno vyměnit, když se některá láhev poškodí. Vhodné zařízení umožňuje též rychle měnit délku vlny vysílací v rozmezí od 200 *m* do 1200 *m*, tak že se tato stanice může srozuměti s četnými stanicemi jinými, zařízeními pro různé délky vln. Přijímací přístroje jsou upevněny na společném stolku. Užívá se tu dvou detektorů, jednoho elektrolytického, jenž je spojen s telefonem, a druhého obyčejného zrnkového kohereru o klínové šterbině, jenž uvádí v činnost zapisovací přístroj Morseův. Oba tyto přijímací přístroje jsou zaplány za sebou, tak že současně lze přijímati zprávy dvojím způsobem. Pro každý detektor jsou samostatné transformátory, mezi jejichž primárními cívkami je vřazen kondensátor o měnlivé kapacitě, jímž lze měnit v libovolných mezích vlastní kmity primárního proudovodu. Oběma transformátorům je pak přidáno ještě po třech cívkách sekundárních, jež lze vyměňovati, čímž se docílí spolu s proměnlivým kondensátorem naladění pro vlny délky 200 *m* až 1200 *m*.

Na lodích není ovšem nutno vztyčovati zvláštní nosiče, neboť tam stačí lodní stěžně; zde také je dosaženo snadno výborného spojení se zemí, neboť stačí odvésti části přístrojů pouze drátem k moři.



Jiskrová telegrafie představuje přenášení energie do dálky; ovšem ta energie, jež přichází do detektoru, je velmi nepatrná proti oné, které bylo použito na stanici vysílací k vytvoření elektrických vln, poněvadž šířením vln na všechny strany nastávají veliké ztráty. Nelze tedy dosud energie ve vlnách elektrických obsažené využít ke konání práce mechanické (k pohonu motorů), ke svícení a pod., ale tím není řečeno, že to snad na vždy bude nemožné. R. 1904 na světové výstavě v St. Louis byla vypsána již i cena 15000 franků pro toho, komu by se podařilo přenést asi  $\frac{1}{10}$  HP na vzdálenost 300 m bez přívodních drátů; ceny nezískal dosud nikdo, ale možno doufati, že se to přece podaří, což by mělo ve svých důsledcích pro veškerý kulturní život ohromný význam.

Avšak i nynější možnost, přenášeti nepatrnou energii do dálky, může nalézt hojného použití. Dopadnou-li elektrické vlny na detektor, mohou totiž uzavřít relays, které místo toho, aby spojilo proudovod Morseova zapisovacího přístroje jako při telegrafování, spojí místní proudovod nějakého motoru nebo lamp nebo elektromagnetů a t. d., čímž možno i z veliké dálky různé výkony libovolně prováděti. To má význam zvláště ve válečném námořnictví, kde by bylo možno takto řídit torpédovky z míst bezpečných. Skutečně také byly konány první pokusy nedlouho po objevu jiskrové telegrafie. Ty se nezdařily, ale asi před dvěma lety byly provedeny zkoušky na francouzském pobřeží u Antibes s novým vynálezem Lalandeovým a ty splnily veškeré očekávání, neboť z vysílací stanice na pobřeží bylo možno s torpédovkou vykonávat rozmanité pohyby a výkony na vzdálenosti dosti značné a to pouhým vysíláním vln elektrických.



Takové použití elektrických vln je však dosud ještě velmi omezeno, tak že prozatím stále mají vlny elektrické význam hlavně při telegrafování a částečně i při *telefonování*, o čemž v dalším článku chci se stručně zmíniti.

Prof. Dr. *Jaroslav Jeništa*.

---



### III. Telefonie bezdrátová.

Vzájemné dorozumívání na velké vzdálenosti může se dítí dvojí cestou: buď telegrafováním, kde se přenáší pouze jednotlivé písmeny pomocí určitých značek, z nichž skládá se celá abeceda anebo telefonováním, kde se přenáší mluva sama. Je pochopitelné, že telegrafování je daleko jednodušší a proto se ho také mnohem dříve používalo než telefonie, která se zakládá na přenášení proudů indukovaných v malé cívce tím, že se železná destička přibližuje a zase oddaluje od ocelového magnetu. Onen pohyb destičky vzbuzuje se pak podélným chvěním vzduchu, jež vzniká zvukem. Indukované proudy přenáší se do dálky po silném drátu. Ale jako při telegrafii tak i zde již dosti dlouho prováděny byly pokusy, zda nebylo by možno ony proudy převést pouze vzduchem. Nesmí se ovšem zapomenouti, že proudy ony jsou velice slabé, a proto výsledky nejsou zde ani z daleka tak uspokojivé, jako při telegrafii bezdrátové.

První podařené pokusy s telefonii bezdrátovou padají do r. 1894 a jsou založeny na témže principu, který byl uveden i u telegrafie. Ve vzdálenosti asi 2 *km* byly natiaty dva rovnoběžné dráty délky asi 6.5 *km*, jichž oba konce byly spojeny se zemí. K jednomu z těchto drátů byl připevněn mikrofon, k druhému pak telefon, který reprodukoval přesně slova do mikrofonu mluvená. Tyto pokusy opa-



koval r. 1899 Preece a poznal, že možno telefonovati na vzdálenosti značně větší, jakmile se konce drátu spojí s deskami do vody zapuštěnými. I jsou na tomto základě skutečně v Anglii zařízena některá telefonní spojení, jež se již po mnoho let velmi dobře osvědčují. Tak je možno na př. telefonovati až na vzdálenost 13 *km* (mezi ostrovem Rathlin a Irskem), při čemž na ostrově je napiat drát 2 *km* dlouhý, na pevnině pak 9 *km*.

Uvedená čísla ukazují, že se zde sice mluví o *bezdrátové* telefonii, ale že ve skutečnosti je k ní potřebí přece velmi dlouhých drátů, jichž délka leckdy se rovná skoro oné vzdálenosti, na niž možno telefonovati; proto nenabyla tato telefonie velkého rozšíření a užívá se jí nejspíše ještě na menší vzdálenosti, kde vystačí krátké základní dráty.

Když byla objevena bezdrátová telegrafie pomocí elektrických vln, byly brzy konány také četné pokusy, jak by se téhož principu dalo upotřebiti i pro telefonování. Poněvadž však u telefonních přístrojů nelze použití přímo tak mohutných výbojů jako u telegrafních, je zde úloha mnohem nesnadnější. Pokusů provedena byla celá řada, ale teprve v novější době je patrné, že se bezdrátová telefonie pomocí vln elektrických dodělává praktického významu. Zmíníme se jen o těch systémech, jež skutečně přenášejí zvuk na více kilometrů a zdají se býti schopny ještě dalšího zdokonalení. Ke konci r. 1906 provedl americký badatel *R. Fessenden* bezdrátové telefonní spojení na vzdálenost větší než 16 *km* a podle svědectví těch, kdož byli pokusům přítomni, přenášen byl zvuk tak jasně jako při obvyklém drátovém spojení telefonním. Na stanici vysílací byl zdrojem vln stroj na proudy střídavé o vysoké frekvenci (60.000 period ve vteřině), které



byly podobně jako při bezdrátové telegrafii buď přímo nebo induktivně přenášeny na antenu a odtud vysílány do celého okolí. Do proudovodu zapíat byl pak uhlový mikrofon, jakého se používá i při obyčejné telefonii. Mluvilo-li se proti tomuto mikrofonu, vznikaly značné změny v intensitě proudu jdoucího do anteny, čímž se tvořily různé vlny elektrické, které na přijímací stanici antenou byly zachycovány a sváděny přímo k telefonu anebo podobnému přístroji, sloužícímu k reprodukci zvuku. U tohoto systému není tedy potřebí žádných detektorů obvyklých při bezdrátové telegrafii.

Většina však systémů bezdrátové telefonie spočívá na zjevu, známém již dříve u t. zv. zpívající lampy, pročež nejprve stručně se o ní zmíním. Vedeme-li proud ze stejnosměrného zdroje elektrického do obloukové lampy, obdržíme obyčejný světelný oblouk. Avšak do tohoto vedení můžeme vepnouti ještě sekundární cívku transformátoru, kdežto cívka primární je spojena s článkem galvanickým a s mikrofonem. Mluvíme-li do mikrofonu, vytvoří se v jeho vedení proudy, jichž intenzita se zvětšuje nebo zmenšuje a tato změna intenzity indukuje v sekundární cívce proudy, které skládají se s proudem stejnosměrným, jenž touto cívkou neustále prochází, a zeslabují jej nebo zesilují. Tím je však teplo ve světelném oblouku střídavě větší nebo menší, vzduch, jenž oblouk tento obklopuje, roztahuje se brzy více, brzy méně a tím obdržíme ve vzduchu periodické zhušťování a zředování. Poněvadž pak toto zhušťování a zředování děje se v témž tempu jako ony kmity vzduchové, které vznikly tím, že jsme do telefonu mluvili, musí z lampy vycházeti tytéž zvuky a proto můžeme lampu tu zváti lampou mluvící nebo zpívající.

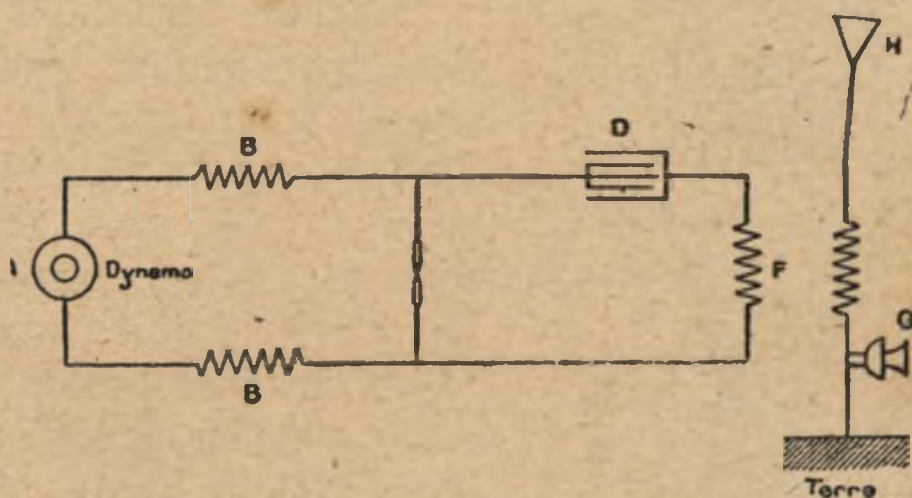


Tohoto principu chopil se dánský inženýr *Poulsen* a na něm založil jak telegrafii tak i telefonii bez drátu. Ovšem nezůstal osamocen, neboť zase řada společností, zabývajících se přenášením elektřiny do dálky pomocí vln étherových, použila úpravy zcela podobné, ale prvenství náleží rozhodně jemu. Ve zpívající lampě dosáhne se proudů střídavých, jichž frekvence za vteřinu nepřevyšuje 40.000, tak že vlny vytvořené měly by délku přes 7 *km*. To je délka pro telegrafii bezdrátovou příliš velká i je nutno frekvenci nějakým způsobem ještě zvětšiti, aby vlny byly kratší. Aby toho dosáhl, Poulsen obklopil elektrický oblouk atmosférou obsahující vodík. Při prvních pokusech uhlíky obloukové lampy byly postaveny vodorovně a oblouk i konce uhlíků byly úplně obklopeny parami alkoholovými. Později se poznalo, že největší frekvence se dosáhne, použije-li se přímo vodíku, etheru, amoniaku nebo i svítiplynu. V takovém případě frekvence přesahuje i million, tak že vznikají vlny kratší než 300 *m*, kteréžto vlny jsou, jak uvedeno bylo již v oddíle o telegrafii jednajícím, skoro úplně utlučené. Ovšem nesmí délka oblouku světelného býti taková jako u obyčejných lamp, nýbrž značně větší.

Proč vodík způsobuje tak rychlé kmity, není dosud zcela zřetelně vysvětleno; zdá se, že je to aspoň z části jeho působnost elektrická, ale vedle toho ovšem i jeho účinek tepelný. Vodík totiž ochlazuje značně oblouk elektrický, a že toto ochlazování má za následek zvětšení frekvence, toho nejlepším dokladem jsou pokusy konané přímo s chlazenými uhlíky lampovými. Společnost Telefunken pak užívá při svém systému telefonie bezdrátové skutečně kladných uhlíků dutých, jež jsou uvnitř ochlazovány proudící vodou.



Úpravu většiny stanic vysílacích podle tohoto principu vidíme na obr. 1. Proud z dynama veden je přes reakční samoindukční cívku k oběma pólům elektrického oblouku, k němuž je paralelně připojen kondensátor *D* a primární cívka transformátoru *F*. Proud z dynama snadno může projíti skoro nezeslabený k uhlíkům lampy cívkami *B*, které mají odpor jen nepatrný, za to však nemůže projíti k cívce transformátoru, jelikož má v cestě kondensátor *D*,



Obr. 1. Schema stanice vysílací.

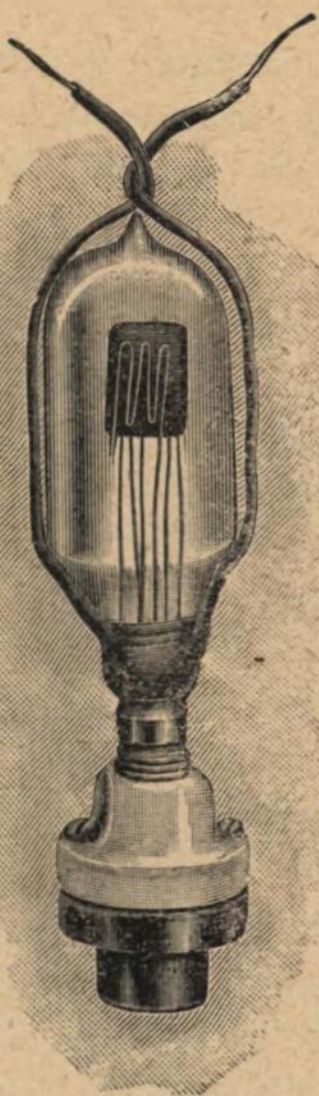
kterým stejnosměrný proud nemůže projíti. Střídavé proudy vzniklé v oblouku světelném do dynama nemohou přejíti vlivem samoindukce cívek *B*, kdežto kondensátorem projdou zcela dobře do primární cívky transformátoru a indukují v jeho sekundární cívce proudy, které se antenou *H* vysílají do celého okolí. Mezi antenou a zemí je vložen mikrofon *G*, do něhož mluvíme a tím měníme vlny vysílané jednak v intensitě, jednak i v periodě. Mikrofon musí býti vložen na takové místo, kde napětí je nejmenší, neboť tam opotřebuje se nejméně, jsa nejméně zahříván, tak že nemusí býti ani vodou chlazen, nýbrž pouze ventilován.



Na stanici přijímací je zařízení velmi podobné tomu, jehož se používá při telegrafii bezdrátové; hlavní částí je zase detektor elektrických vln, kterým může býti kterýkoliv z dříve uvedených detektorů,

samočinně se vracejících do původního stavu. Tak na př. společnost Telefunken používá nejčastěji obvyklého svého detektoru elektrolytického.

Velmi zajímavý je detektor zvaný *audion*, kterého používá Američan *De Forest*; tvar jeho je patrný na obr. 2. a připojení na stanici přijímací na obr. 3. Audion skládá se z elektrické žárovky, v níž rozežhaví se tantalové vlákno malou baterií *D*. Toto vlákno jest umístěno mezi dvěma platinovými poměrně chladnými destičkami, rovnoběžnými s rovinou drátu tantalového, jež jsou vloženy do sekundárního proudovodu. Působení to-

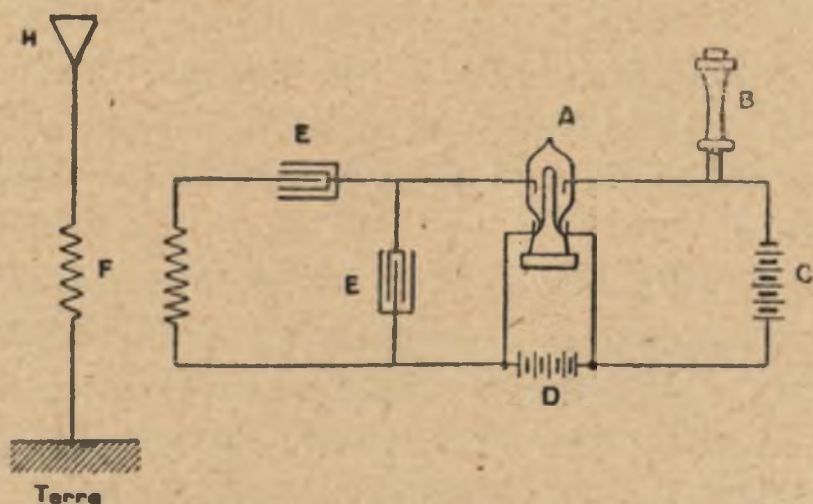


Obr. 2. Audion.

hoto přístroje je následující: Vlny ze stanice vysílací dopadnou na antenu *H*, která je připojena k primární cívce transformátoru *F*, spojené se zemí. Vlny tyto indukují v sekundární cívce střídavé proudy, které se vedou přes kondensátor *E* k platinové destičce audionu, jehož vlákno tantalové je rozežhaveno. Tím stává se prostor uvnitř



žárovky vodivým a vydává proud jen jednoho směru, kdežto druhý zadržuje, tak že pak z audionu vychází jenom proud stejnosměrný, který se spojuje s proudem vycházejícím z batterie C a působí na telefon B. Dokud dopadají na antenu vlny o stejné intensitě a stejné periodě, propouští audion stále stejný proud stejnosměrný, tak že v telefonu není slyšeti ničeho. Jakmile však vlny na antenu dopadající jsou nestejně, je také proud z audionu vychá-



Obr. 3. Schema stanice přijímací.

zející o proměnlivé intensitě, čímž rozkmitá se destička v telefonu a my pak slyšíme jasně vše, co na stanici vysílací bylo mluveno, zpíváno, hráno a pod. S tímto audionem a systémem De Forestovým byly konány pokusy loňského roku ve válečném loďstvu americkém a výborně se dařily až na vzdálenost 6·4 km, čímž ovšem nijak nebylo dosaženo nejvyšší výkonnosti. Použije-li se zdrojů silnějších a dokonalého naladění obou stanic, jistě bude možno vzdálenost onu ještě velmi značně zvětšiti.

Největších doposud úspěchů při telefonii bezdrátové dosáhl Poulsen, jenž užívá na stanici přijímací vlastního detektoru magnetického, podobného



popsanému dříve detektoru Marconiho. V únoru letošního roku konal Poulsen sám pokusy mezi první svou stanicí telegrafní Lyngby u Kodaně a Esbjergem v jižním Jutsku a tu bylo možno přenášeti zcela jasně řeč na tuto vzdálenost, obnášející asi 270 *km*. Při tom bylo v Esbjergu pouze 6 kilowatt primární energie k dispozici. Avšak ani touto vzdáleností se Poulsen neuspokojil, nýbrž zapial paralelně několik mikrofونů vedle sebe do vedení, při kteréžto úpravě dosti dobře zdařily se pokusy dokonce až na vzdálenost 375 *km* mezi Lyngby a Berlínem. To je prozatím největší vzdálenost, na kterou lze bez drátu telefonicky hovor přenášeti, ale můžeme býti jisti, že budoucnost třeba již nedaleká přinese nám ještě hojně překvapení.

Avšak telefonování bez drátu lze provést ještě zcela jinou methodou, zakládající se na vysílání vln světelných. Nejdůležitější látkou při tomto systému je *selén*, o němž předem několik slov budiž promluveno. Selén je prvek vyrábějící se z kalu, jenž se usazuje na stěnách olověných komor při výrobě kyseliny sírové. Do obchodu dostává se ve tvaru červených vloček anebo též v roubících silně lesklých; v obou případech je to selén nekystalisovaný čili beztvary, amorfni. Roztavíme-li tento selén a pak jej necháme velmi pomalu ochlazovati, nabývá vzhledu zcela jiného; má barvu šedavou, povrch jeho je nerovný a i v tenounkých vrstvách je neprůhledný. Selén v tomto tvaru nazývá se kystalický. U tohoto selénu objevena byla velmi zajímavá vlastnost; ve tmě skytá selén elektrickému proudu ohromný odpor, tak že je možno jej považovati za izolátor, jakmile však jest osvětlen, odpor jeho se značně zmenší a proud může jím procházeti. Aby se odpor selénu zmenšil osvětlením co nejvíce, nesmí býti připraven ve tvaru

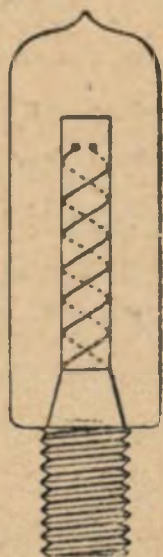


tyčinek, nýbrž tak, aby vystavoval světlu co největší povrch. Tak byly konstruovány t. zv. *selénové buňky*, které v podstatě jsou dva dlouhé přívody proudu blízko sebe připevněné, mezi nimiž je vrstva selénu. První buňky sestrojil *Werner Siemens* tímto způsobem: Dva tenounké platinové drátky svinul rovnoběžně vedle sebe ve tvaru rovinné závitnice tak, aby se nikde spolu nedotýkaly, položil je na izolující slídovou desku, zahřál je a pak je přetíral roubíkem selénovým, jenž se roztavil a usazoval kolem drátků, vytváří mezi nimi tenkou vrstvu. Potom pokryl tyto dráty zase destičkou slídovou a takto upravený přístroj po několik hodin zahříval v parafinové lázni; pak jej vyňal a znenáhla ochlazoval, čímž úprava byla hotova. Pokud byla tato buňka ve tmě, nemohl jí procházeti proud, jenž byl zaveden k volným koncům drátů platinových; jakmile však byla ozářena, odpor vrstvy selénové mezi oběma drátky značně se zmenšil a proud se uzavřel.

Selénových buněk byla sestrojena již celá řada a stále o nových zdokonaleních se přemýšlí; uvedu tedy jen ty, které dosud jsou nejznámější a nejvíce používané. Tu dlužno zmíniti se na předním místě o buňce *Shelford-Bidwellové*. Podkladem pro dráty je plochá destička buď slídová nebo skleněná, porcelánová a pod. Na tuto destičku jsou navinuty tak jako na cívku vedle sebe dva dráty měděné, těsně u sebe položené, ale nikde se nedotýkající, aby přímo neuzavíraly spojení proudu. Konce drátů jsou upevněny ve svorkách na dřevěném rámečku, do něhož je buňka zasazena. Pak nakápne se na navinuté dráty trochu roztaveného krystalického selénu, jenž se po celé ploše rozetře a nechá ochladiti. Po ochlazení znovu se buňka zahřeje, nechá zahřátá po delší dobu a potom velmi zvolna se ochlazuje, tak



že roztavený selén nabývá modifikace krystalické a tím se stává proti světlu citlivým. Pro telefonii bezdrátovou hodí se nejlépe buňka ve tvaru válečku, jak vidíme na obr. 4. Je to buňka *Ruhmerova*, skládající se z nepolévaného porculánového válečku, na němž je vytlačena dvojitá spirála. Sem se navinou za horka dva dráty a mezi ně nanáší se podobně jako u buňky Bidwellovy roztavený selén.



Obr. 4. Buňka selénová.

Takto připravený váleček vkládá se do skleněné baňky, z níž se vyčerpá vzduch jako u elektrické žárovky. Pak se teprve selén nechá zvolna zkrystalisovati a na dolejšek baňky připojí se známý Edisonův závěr, kterým se buňka vpíná do proudovodu. Touto úpravou je buňka úplně vyba-vena z vlivu atmosféry, tak že zajisté je trvanlivější než obyčejná buňka málo chráněná. Proti světlu dá se Ruhmerova buňka chrániti koženým váčkem navlečeným na skleněný obal.

Uvedené vlastnosti selénu dá se velmi dobře používati při telefonii pomocí světelných vln, při čemž selénová buňka je přístrojem přijímacím podobného rázu, jako detektor u telegrafie bezdrátové. Přijímá totiž vlny světelné různé intensity, čímž mění se její odpor a tedy i proud, vedený z místní batterie k telefonu přes tuto buňku, je brzo silnější, brzy slabší. Tím rozechvívá se destička v telefonu a zaznívá zvuk.

Avšak jak je možno měniti intensitu světla na selén dopadajícího? Způsobů je několik. Je známo, že zvuk vzniká podélnými vlnami, jimiž se vzduch postupně zhušťuje a zřeďuje. Mluvíme-li tedy nebo

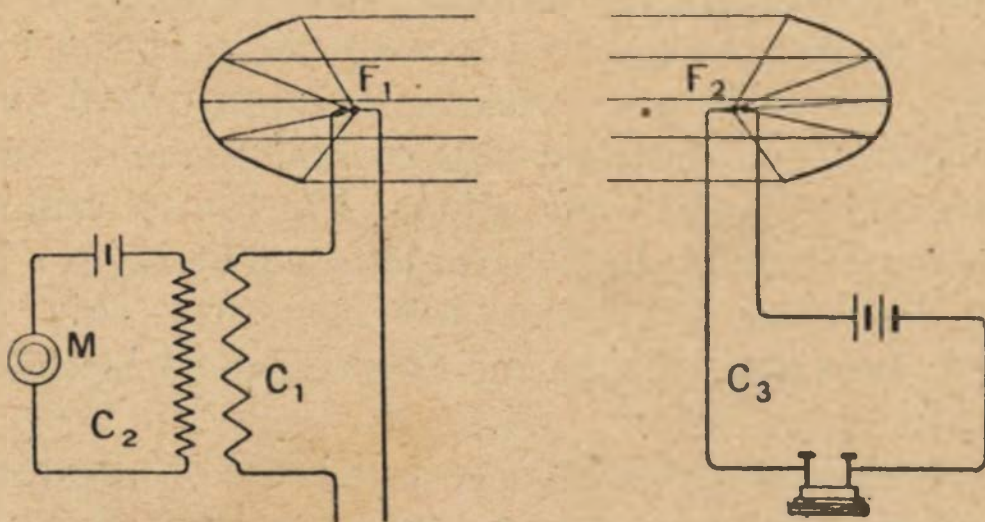


hrajeme-li proti nějaké destičce, rozkmitá se, jako vidíme na př. u obyčejného telefonu, fonografu nebo i při bubínku ušním. Proto dopadá-li na nějakou destičku v klidu jsoucí světlo, jež se odráží v určitém směru, lze směr tento měniti, mluvíme-li proti destičce, neboť vlněním vzduchu i destička se uvede do pohybu. Pak ovšem nedopadá na totéž místo stále stejné množství paprsků jako dříve, nýbrž množství různé podle toho, zda je destička na vysílací stanici odchylována více či méně. Lze tedy tímto způsobem měniti množství světelných paprsků dopadajících na selénovou buňku a tím i její odpor, tak že je pak v telefonu slyšeti určitý zvuk. Za pohyblivou destičku volí se buď tenounké zrcadélko nebo postříbřená slída. Při tomto systému telefonie může býti zdrojem světelným buď slunce, nebo jakýkoliv umělý zdroj; ale čím slabší je zdroj, tím na menší vzdálenost lze telefonovati.

Jsou však též soustavy, u nichž se přímo působí na intensitu zdroje, ovšem pouze umělého. Svítivost plamene plynového nebo acetylénového dá se měniti tím, že se mění tlak plynu, a toho nejpohodlněji se dá dosíci *Königovým plameníkem*. Ten skládá se z malé krabice, jež je rozdělena kaučukovou destičkou ve dvě polovice; do jedné polovice proudí plyn, jenž napájí plamen, do druhé pak je zašroubována zvěstná trubka, kterou se přivádí zvuk dovnitř krabice a tam rozechvívá kaučukovou destičku. Její kmity mění přítok plynu do plamene, jehož svítivost se tím zvětšuje nebo zmenšuje, a tyto změny svítivosti působí na selénové buňce zase změny odporu, které se v telefonu podobně jako dříve projevují týmž zvukem, jaký byl na stanici vysílací do zvěstné trubice mluven.



Oběma těmito systémy telefonie světelné čili fotonie není však dosud možno dosáhnout spojení na větší vzdálenosti; k tomu nutno použítí úpravy jiné, jež spočívá zase na mluvící lampě obloukové, jež byla popsána při telefonii pomocí vln elektrických. Tam bylo uvedeno, že vhodně upravená lampa vysílá netlumené vlny elektrické, jichž intenzita a perioda se mění, mluvíme-li do mikrofonu vloženého v proudovod této lampy. Tím však mění se též sví-



Obr. 5. Schema světelné telefonie podle Simona a Reicha.

tivost lampy a proto lze jí použítí za vysílací přístroj pro světelnou telefonii, což poprvé bylo provedeno v systému *Simona a Reicha*, jímž se podařilo telefonovati až na vzdálenost 3600 m. Schéma tohoto systému ukazuje obr. 5. Na stanici vysílací jest upevněna oblouková lampa v ohnisku  $F_1$  parabolického zrcadla, které vyzařované paprsky odráží do dálky rovnoběžně se svou osou. Tato lampa je napájena stejnosměrným proudem, do jehož vedení je vepiata primární cívka  $C_1$  malého transformátoru; sekundární cívka  $C_2$  je částí druhého uzavřeného proudovodu, v němž je zařazen mikrofon  $M$  a batterie akumulá-



torová. Mluví-li se před mikrofonom, mění proud v jeho uzavřeném kruhu intensitu, čímž se v cívce  $C_1$  indukují proudy, které mění intensitu proudu do lampy vcházejícího a tím i svítivost lampy samotné. Paprsky z lampy vysílány jsou zrcadlem prvním do dálky na zrcadlo druhé, v němž zase se sbíhají do ohniska  $F_2$ , kde jest umístěna buňka selénová. Změny intensity světelné způsobují různý odpor u této buňky, jež vložena je spolu s telefonem do proudovodu přijímací batterie. V tomto proudovodu mění se intensita proudu tímž způsobem jako na stanici vysílací a telefon reprodukuje zcela jasně zvuky do mikrofону mluvené.

Místo selénové buňky lze na stanici přijímací použití též sazí ve skleněné zkumavce, které přímo reprodukuje zvuk, tak že není potřebí ani telefonu nebo přijímací batterie. Zjev tento zove se *radiofonii* a vysvětluje se tím, že střídavé větší nebo menší oteplování sazí, vzbuzené různou intenzitou dopadajícího světla, má za následek roztahování nebo smršťování sazí, čímž vzduch z mezer mezi sazemi se vytlačuje anebo zase dovnitř vniká. Děje-li se pak tento pochod periodicky, vnímáme jej jako tón, když zkumavku se sazemi držíme u ucha, anebo když ji kaučukovou trubičkou spojíme s uchem.

Nejznámější pokusy s touto telefonii světelnou provedl *E. Ruhmer* na jezeře Wannském u Berlína. Při těchto pokusech byla stanice vysílací pohyblivá, jsouc umístěna na lodi na jezeře, při čemž lodní reflektor dal se výborně upravit za přístroj vysílací. Stanice přijímací byla na břehu jezera a jedné noci podařilo se dosíci správného spojení až na vzdálenost 7 km. Zajímavé je, že bylo možno telefonovati dokonce i ve dne za slunečního svitu, když selénová buňka byla chráněna od přímých paprsků slunečních;



ovšem vzdálenost, na kterou daly se přenášené zvuky zachycovati, byla mnohem menší, pouze 2600 m.

Místo elektrického světla obloukového užívá Ruhmer též světla *Drummondova*, t. j. plamene kyslíkovodíkového, jenž rozpaluje váleček vápencový nebo zirkonový. Za tímto válečkem je destička telefonu, který je v jednom vodivém kruhu s mikrofonom, proti němuž se mluví. Tím mění se intensita proudu, destička telefonu se rozkmitá a s ní zároveň váleček vápencový, čímž vznikají periodické změny ve svítivosti zdroje, které podobně jako dříve na druhé stanici se přijímají.

Z toho, co bylo uvedeno, je patrné, že telefonie světelná je mnohem jednodušší, než telefonie vlnami elektrickými; kdyby tedy jen na tom záleželo, zdálo by se, že telefonie světelná opanuje pole. Ale sotva lze to očekávat; oboje systémy nepřekročily sice dosud ještě stadium pokusné, ale to lze říci již nyní, že větší dálky dají se překlenouti asi jen telefonii pomocí vln elektrických. Na kratší vzdálenosti může převládnouti (při telefonii bezdrátové) telefonie světelná, ale na větší vzdálenosti podle vši pravděpodobnosti telefonie elektrická. Nesmíme totiž zapomínati, že při větších vzdálenostech vystupuje již zcela určitě zakřivení země, tak že i kdyby intensita světelná vystačila hodně daleko, nemohlo by světlo přece dospěti ke druhé stanici, jelikož se šíří přímočaře. Elektrické vlny se šíří sice též přímočaře, ale poněvadž mají značnou délku, ohýbají se, tak že ani značná odlehlost dvou míst není v této příčině pro ně překážkou. Prof. Dr. Jaroslav Jeništa.

---



## IV. Telefotografie.

Mnozí čtenáři snad se pamatují, jak asi před 10 léty prolétla novinami zpráva, že polský elektro-technik *Jan Szczepanik* vynalezl přístroj, kterým lze viděti na dálku, tak že by na př. bylo možno v Praze viděti výjevy současně ve Vídni se odehrávající a podobně. Zprávy tehdejší tvrdily, že dokonce již i praktické pokusy byly provedeny s plným zdarem a že přístroj Szczepanikův bude z předních atrakcí na světové výstavě v Paříži r. 1900. Ale ukázalo se, že vše to nebylo pravda, že sice Szczepanikův přístroj byl velmi důmyslný, ale že úkol vidění do dálky jím nijak nebyl rozřešen. Úkol tento je velmi obtížný a bude asi ještě hodně dlouho trvati, než se k jeho rozřešení přiblížíme; proto také většina badatelů v tomto oboru omezuje svou práci na úkol sice též velmi nesnadný, ale proti předchozímu úkolu mnohem jednodušší, totiž na přenášení písma a kreseb nebo fotografií do dálky. Přenášení písma a kreseb čárových jest ovšem zase mnohem snazší než přenášení fotografií, neboť v prvním případě jedná se o reprodukci pouze dvou tónů světelných, kdežto u fotografie je tónů světelných celá řada, jež všechny musí býti správně vystiženy na stanici přijímací, aby obraz byl dokonalý.

Uvedu v následujícím hlavní metody, jimiž snažili se různí badatelé dospěti k řešení uvedeného problému, při čemž největší pozornost věnuji systému prof. *Korna* z Mnichova, jehož *telefotografie*



znamená rozhodný pokrok a již se i v praxi výborně osvědčila.

Přenášení fotografií neb obrazů do dálky děje se proudem elektrickým, a tu jedná se tedy o to, aby vysílány byly proudy *různé intensity*, jež by odpovídaly různým tónům světelným a jež by vytvořily na stanici přijímací postupně celý obraz. Obyčejná fotografie na papíru provedená k přenášení se nehodí; za to však výborné služby koná fotografie na průhledné desce nebo filmu, která se postaví mezi světelný zdroj a nějaký vhodný přístroj, který může různě silným osvětlením změnit intensitu proudu. Takovýmto přístrojem doposud nejvhodnějším jsou *selénové buňky*, o nichž v předešlé kapitole obšírněji bylo pojednáno. První pokus na tomto principu založený provedl r. 1877 Francouz *Senlecq d' Ardres*, jehož selénová buňka byla plochá destička, rozdělená na řadu čtverečků, tak že místo jedné buňky bylo tu vlastně buněk velice mnoho, ale ovšem malinkých. Promítne-li se na tuto destičku obraz nějakého předmětu, stanou se malé buňky různě vodivými podle toho, dopadnou-li na ně světlé či temné části obrazu, tak že, pohybuje-li se po nich drát, odvádí proudy různé intensity na stanici přijímací. Tam opět může býti rozmanité zařízení za tím účelem, aby ona měnící se intensita proudová vytvořila obraz. *Senlecq* použil metody, která byla známa v podstatě již dříve u pantelegrafu *Caselliho*. Drát, jímž proud procházel, byl totiž veden na stanici přijímací k vlhkému papíru napuštěnému elektrochemickým inkoustem (t. j. bezbarvou směsí, která proudem elektrickým se rozkládá a zbarvuje tím více, čím je proud silnější), který byl položen na kovovou destičku vodivě spojenou se zemí. Když pak drátem tímto se pohybo-



valo po papíře stejným způsobem i rychlostí, jakou se pohyboval drát na stanici vysílací po buničkách selénových, vytvořily se na papíře malé čtverečky různé intensity barevné, které dohromady dávaly obraz dosti zřetelný, ale ovšem negativní, t. j. tmavý na těch místech, kde předmět byl světlý a obráceně. Je přirozeno, že první pokusy omezovaly se na předměty, které neměly mnoho světelných odstínů, ale přece ukázala se jimi možnost přenášeti touto cestou obrazy do dálky.

Druhá úprava přenášeného obrazu spočívá v tom, že se předmět narýsuje na kovovou desku tím způsobem, že světlé tóny jsou nevodivé, kdežto tmavé tóny vodivé anebo obráceně. Když pak po této destičce pohybuje se hrot spojený s proudovodem, přerušuje se anebo uzavírá proud podle toho, přichází-li hrot na místo nevodivé či vodivé, a tento proud přivádí se na stanici přijímací, kde se obraz rýsuje podobně jako při předešlé úpravě. Myšlenka použití tohoto způsobu k přenášení rukopisů a kreseb čárových pochází od *Bakewella* z r. 1847 a prakticky jí bylo použito při *pantelegrafu Caselliho* r. 1856. Zde přenášel se proud na papír, jenž byl zcitlivěn pro proud elektrický ferrokyanidem draselnatým. Synchronismu čili stejnodobosti mezi stanicí vysílací a přijímací bylo dosaženo dvěma kyvadly, jež kývala čtyřicetkrát za minutu.

Avšak ještě jinak lze způsobiti, aby fotografický obraz přenášel do dálky proudy různé intensity, a to pomocí fotografie ve tvaru poněkud vypouklého reliefu. Prvně bylo této metody použito americkým inženýrem *Amstutzem* při přístroji, který byl nazván *elektroartograf*. Pro tento přístroj nejprve se musí zhotoviti vhodná fotografie. Za tím účelem provede se pozitivní snímek na želatinovou desku, nasycenou



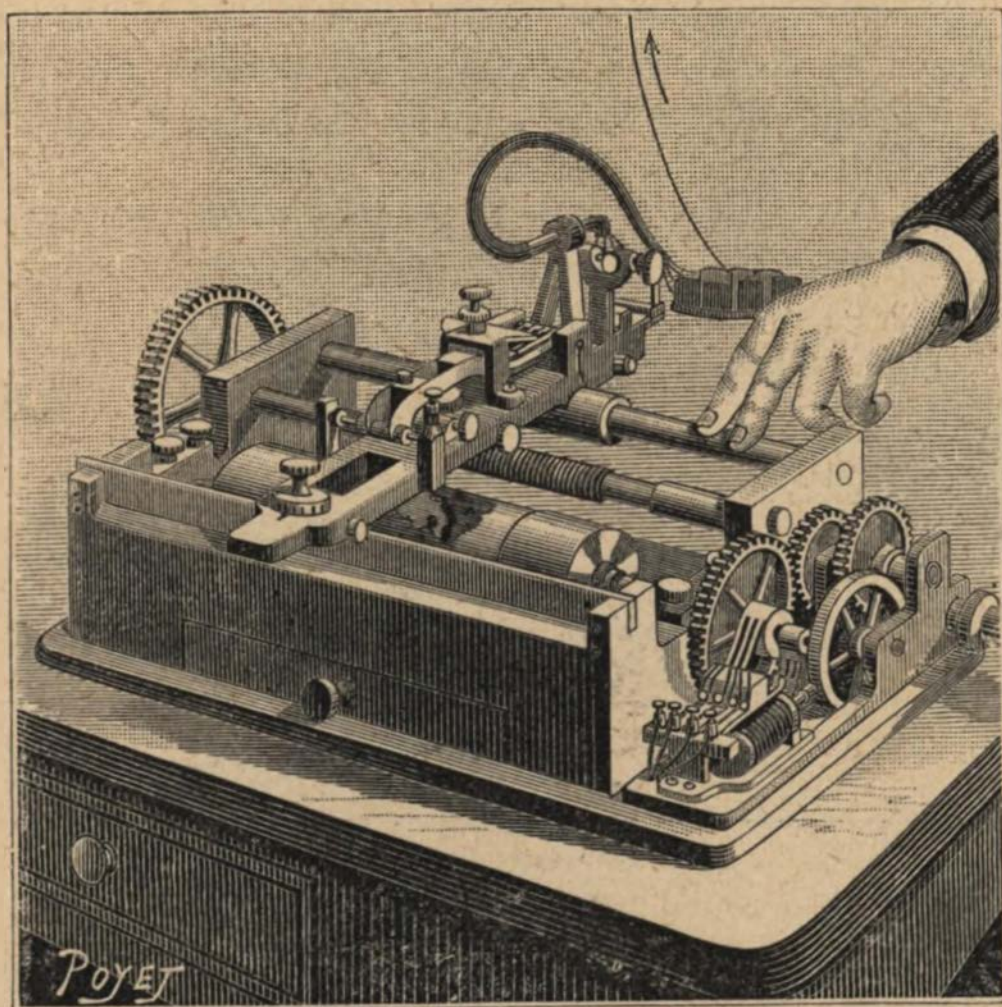
dvojchromanem draselnatým; tato želatina stává se tím nerozpustnější, čím déle a čím silněji na ni působily světelné paprsky, a proto pod průhlednými místy negativu stane se úplně nerozpustnou, kdežto pod místy temnými nebo polotemnými jen z části rozpustnou. Vložíme-li pak takovouto desku želatinovou do vody, rozpustí se želatina do různé hloubky podle toho, jak světlem byla změněna, tak že obdržíme fotografii ve tvaru reliefu, jehož nejhlubší části budou tam, kde na negativu byla místa neprůhledná (t. j. na originále největší světla), a nejvyšší části tam, kde na negativu byla místa průhledná, odpovídající tmavým částem originálu.

Želatinová deska, která jest úplně ohebná, napne se na obvod válce tak, aby její relief byl obrácen na venek; válec pak dá se otáčeti na jemném šroubu podobně jako válec u fonografu, tak že každým plným otočením posune se zároveň o výšku závitu. To je patrné na obr. 1. a na schematickém obr. 2. K reliefové fotografii doléhá tupý hrot *B*, jenž při otáčení válce vystupuje výše nebo níže, čehož se užije k zesilování nebo zeslabování elektrického proudu, fotografii přenášejícího. Změna v síle proudu děje se řadou pák *F*, ležících v nestejně výšce. Rameno *C* při pohybu válce se totiž zdvihá a spolu s ním i různý počet pák *F*, tak že na nejvyšších místech fotografie jsou vyzdviženy všechny páky. Páky tyto jsou spojeny s různými odpory *H* i je patrné, že se elektrický proud z batterie *N* tím více zeslabuje, čím vyšší jsou místa na válečku želatinovém, tak že různá intensita proudu skutečně odpovídá různé světlosti fotografovaného předmětu.

Proud vede se na stanici přijímací, kde rovněž je válec *M* a nad ním rameno *J* s hrotem *L*, který do voskové vrstvy na válci ryje tím hlubší rýhy,



čím je rameno silněji dolů stlačováno. Nestejné toto stlačování způsobuje elektrický proud od vysílací stanice přicházející, jenž prochází cívkou *I*. Do této zasahuje totiž železné jádro připevněné k páce *J*, které se tím hlouběji vtahuje do cívky, čím silnější



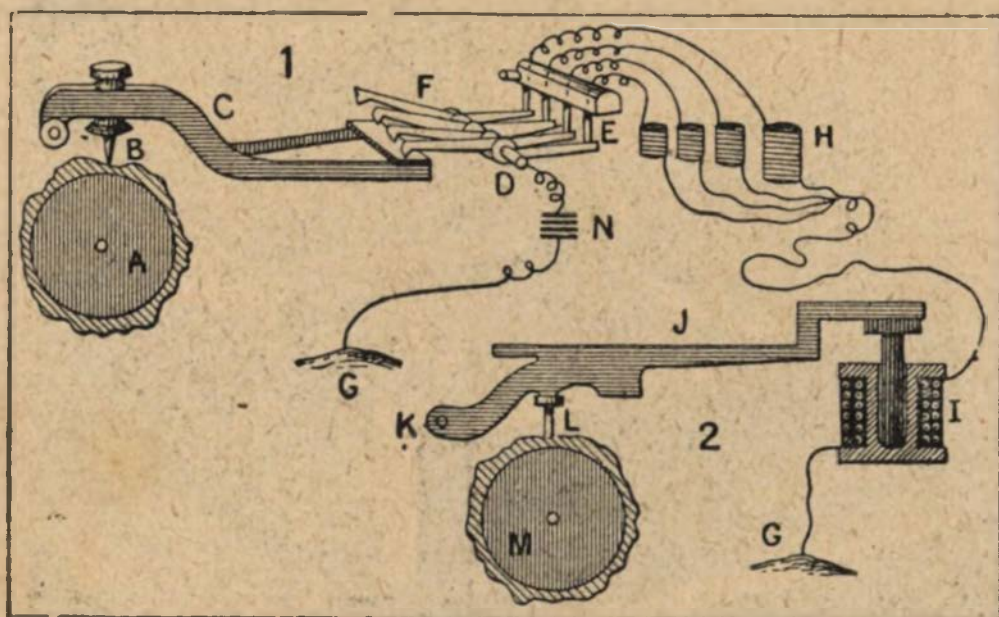
Obr. 1. Odesílací stanice Amstutzova elektroartografu.

proud solenoidem prochází. Točíme-li pak válcem na šroubovém hřídeli, tvoří se ve vosku spirální rýhā, jejíž jednotlivé čāry jsou od sebe vzdáleny o výšku šroubového závitu. Aby obraz byl jasně přenesen, musí se válce na obou stanicích pohybovati úplně stejně a rovněž tak i pohyb hrotů musí býti souhlasný. Na obr. 2. jsou pro jednoduchost vyzna



čeny pouze čtyři páky, jimiž by se mohly reprodukovati čtyři stupně světelné, ale ve skutečnosti musí jich býti poněkud více; tak na př. Amstutz sám se přesvědčil, že úplně stačí rozeznávati 10 různých stupňů světelných a proto na svém přístroji použil také 10 pák.

Jak je z uvedeného patrno, vytvoří se na přijímacím válečku při správném uspořádání podobný relief jako na stanici vysílací, i jedná se nyní jen o to,



Obr. 2. Schema Amstutzova elektroartografu.

jak lze tento relief reprodukovati. Za tím účelem sejme se voskový obal s válce, rozřízne a narovná v desku, načež se vloží do lázně galvanoplastické, kde se zhotoví odlitek, kterého se může použití přímo k tisku jako štočku. Reprodukci takovéto telegrafované fotografie ukazuje obr. 3., z něhož poznáváme, že fotografie je provedena rovnoběžnými čarami, vzdálenými od sebe o výšku závitu šroubového.

Methodou Amstutzovou bylo možno fotografii přenášeti do dálky jen velmi zvolna, poněvadž při rytí hrotu do vosku musil se překonávati odpor



mechanický, čímž jasnost reprodukce těž značně trpěla. Proto daleko lepší jsou metody, při nichž podobné mechanické práce vůbec není, a které mohou působiti zeslabováním a zesilováním proudu přímo



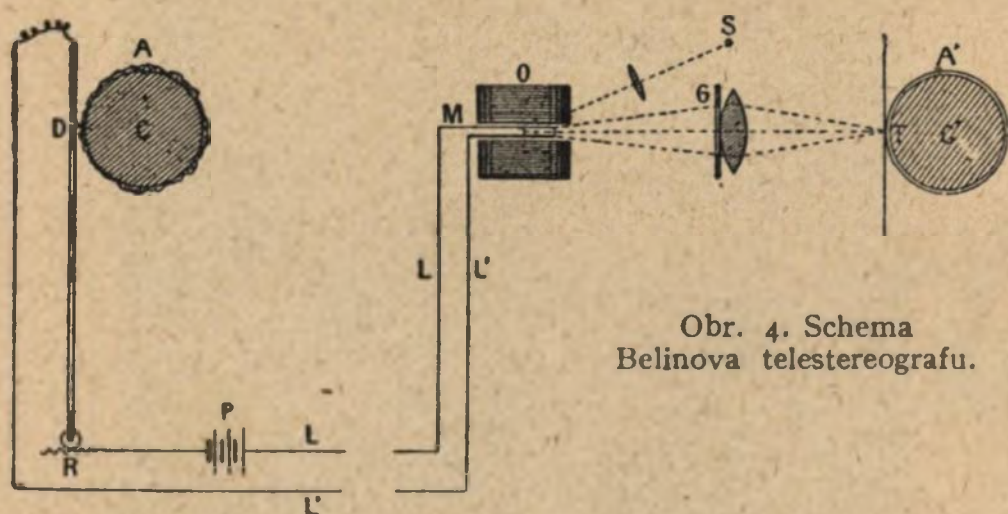
Obr. 3. Reprodukce telegrafované fotografie.

na vytvoření obrazu obyčejně zase fotografického.

Takové zlepšení je provedeno u nového přístroje *Belinova*, který se zove *telestereograf*. Jeho přístroj vysílací je zařízen zcela podobně jako přístroj *Amstutzův* a rozdíl je jenom ve stanici přijímací. Na



této stanici je hlavním přístrojem oscillograf *O* (obr. 4.), jakého se používá v elektrotechnice pro studování celého průběhu proudů střídavých. Je to velmi tenounká smyčka drátěná, která je napjata mezi póly magnetu *M* a opatřena uprostřed malým zrcátkem. Jakmile touto smyčkou prochází proměnný proud, stáčí se její rovina a s ní i zrcátko, tak že paprsek na ně dopadající odráží se ve směru stále se měnícím. Dalším přístrojem je válec *C'*, jenž se pohybuje úplně shodně s válcem *C* na stanici



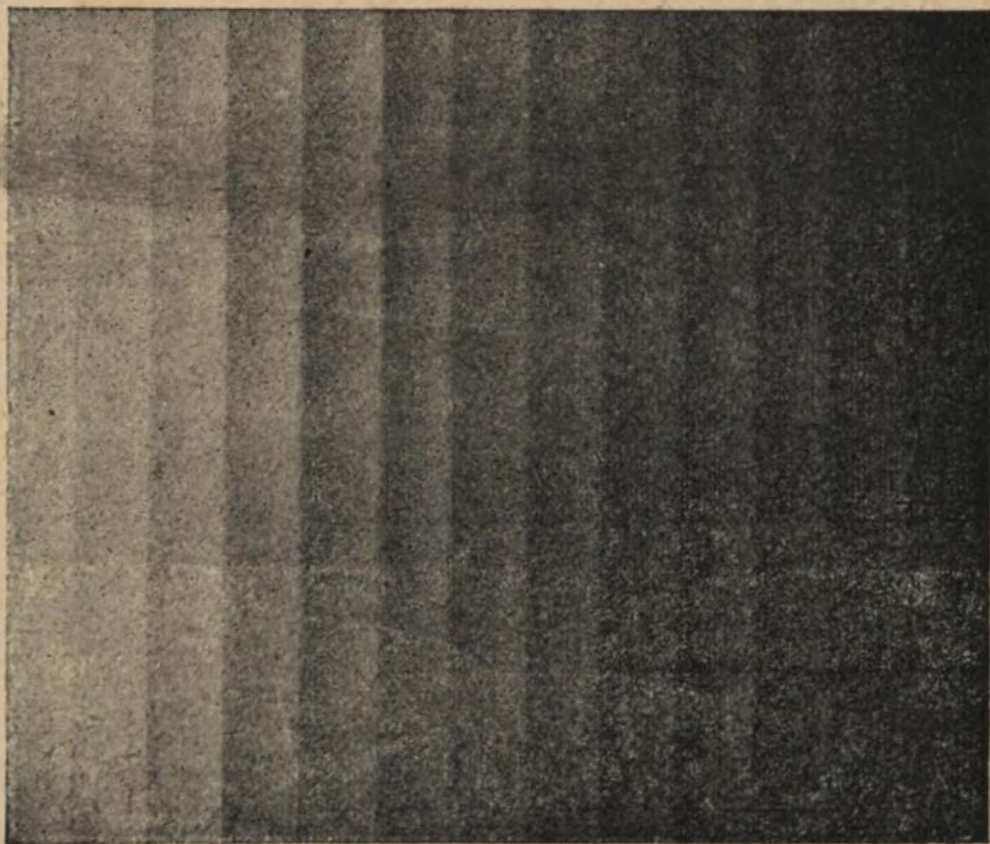
Obr. 4. Schema  
Belinova telestereografu.

vysílací a jest obalen citlivým papírem fotografickým *A'*. Válec tento jest umístěn ve skříni (temné komoře), která jest opatřena otvorem *T* o průměru  $\frac{1}{8} mm$ , pod nímž se citlivý papír velmi těsně pohybuje, tak že se ho skoro dotýká. Stranou postaven je nějaký silný zdroj světelný *S*, jenž pomocí čočky vysílá paprsky na zrcátko oscillografu, které je zase průsvitným stínítkem *G* (obr. 5.) a soustavou čoček odráží do otvoru *T* a jím na fotografický papír.

Přichází-li ze stanice vysílací proud o proměnné intensitě, vychyluje se zrcátko oscillografu v poměru k této tak, že odražený světelný paprsek nejde stále týmž směrem, nýbrž směry různými, probíhaje ve



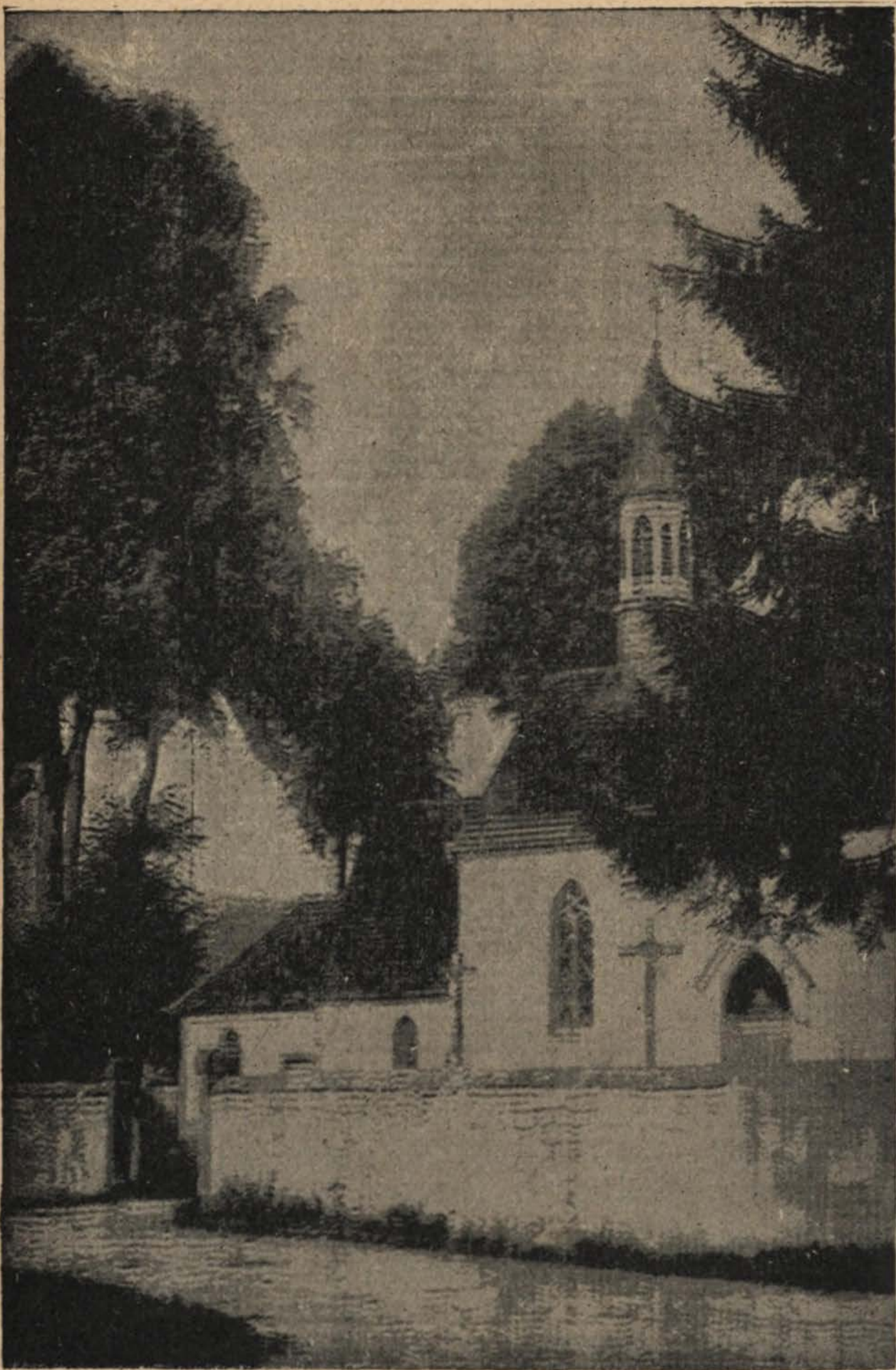
směru průměru od jednoho konce čočky k druhému. Tím pak mění se zároveň i intensita světelná, neboť paprsek musí procházeti také stínítkem  $G$ , které je rozděleno v jednotlivá pole různě světlá, tak že na jednom konci stínítka je pole úplně světlé (průhledné) a na druhém úplně tmavé (neprůhledné). Tak tedy fotografují se v místě  $T$  různé odstíny svě-



Obr. 5. Stupnice odstínů pro Belinův telestereograf.

telné, které prisouhlasným otáčením válce  $C'$  dají pak dohromady celý obraz, stejný jako byl vysílán na stanici první. Doba přenášení obrazů soustavou Belinovou je poměrně dosti dlouhá, neboť na přenesení fotografie rozměru  $13 \times 18 \text{ cm}$  bylo potřebí 30 minut, ale za to přenesená fotografie je již velmi jasná (obr. 6.). Nevýhodou tohoto systému ovšem zůstává, že se musí použít na stanici vysílací reliefové fotografie.





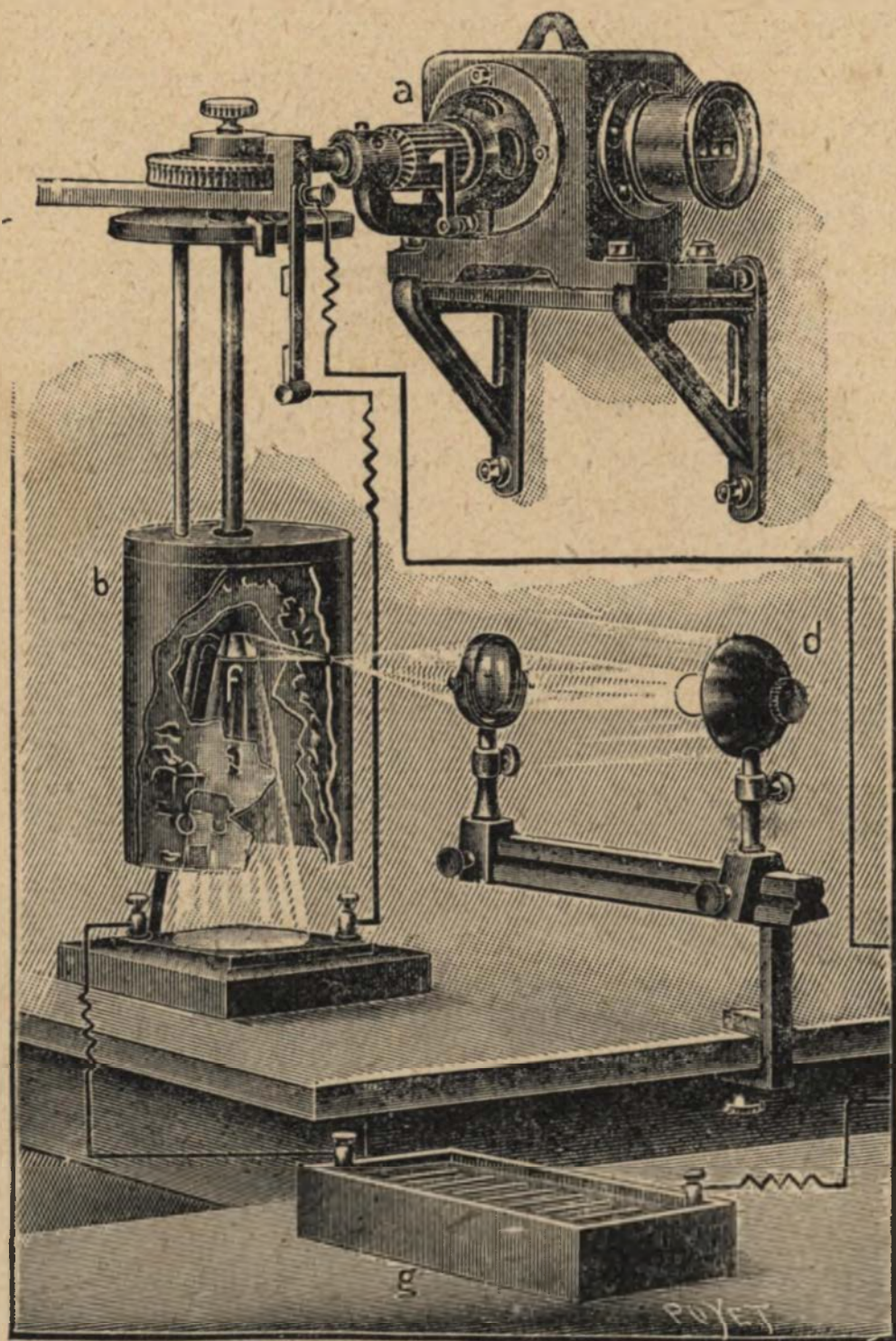
Obr. 6. Reprodukce fotografie přenesené telestereografem Belinovým na vzdálenost 1700 km.



... Jak jsem již dříve uvedl, sestrojil nejdokonalější dosud soustavu telefotografickou *professor Korn*, který již delší dobu zanášel se tímto problémem. Při popisu jeho přístrojů seznáme řadu podrobností, kterých již i před ním bylo použito, tak že systém jeho není ve všem naprosto původní, ale to nijak nezmenšuje jeho zásluh, poněvadž on první dovedl jednak na základě starších prací a jednak na základě vlastních velmi podrobných studií vytvořiti systém skutečného života schopný a velmi dokonalý. Úprava jeho skládá se opět ze dvou stanic, vysílací a přijímací. Na stanici vysílací, kterou vidíme na obr. 7., je svisle postaven skleněný válec *b*, který se otáčí kolem své osy a současně též postupuje směrem svislým při jednom otočení vždy o 1 *mm*, t. j. o výšku závitu šroubového. Tento válec jest uzavřen souose ve válcové temné komoře, která má ve svém plášti malý otvor plochy asi 1 *mm*<sup>2</sup>, jímž vrhá Nernstova žárovka *d* úzký svazek paprsků na skleněný válec. Na tomto válci je navinuta průsvitná fotografie, jež se má do dálky přenést, uvnitř pak válce jest úplně odrážející hranol *f*, který paprsky vodorovně naň padající odráží směrem svislým na základnu válce. Paprsky tyto nejsou stále stejně světlé, neboť procházejí postupně všemi místy fotografie, na které jsou správně vyznačeny všechny odstíny světelné. A na tom právě je založen systém Kornův. Na základně válce jest umístěna buňka selénová, která mění svůj odpor podle toho, jak světlé paprsky na ni dopadnou. Aby pak co největší části buňky se využítково k změně odporu, je paprskům ze žárovky vycházejícím postavena v cestu spojná čočka, v jejímž ohnišku je právě otvor temné komory. Odtud pak jdou paprsky kuželovitě a zase kuželovitě se odrážejí od hranolu *f*, tak že zasahují celou buňku



selénovou, která je zde ve tvaru ploché destičky. Proud z batterie g vycházející má tedy různou



Obr. 7. Zásilací stanice telefotografu Kornova.

ntensitu podle toho, jak je buňka selénová osvětlena.



Na stanici přijímací jedná se pak — stejně jako u přístrojů dříve uvedených — o to, aby proudy různé intensity vytvořily obraz stejný jako na stanici přijímací. Princip úpravy Kornovy je opět velice jednoduchý. Představme si citlivý papír fotografický, na němž fotografie má býti reprodukována, ovinutý kolem válce zcela podobného tomu, na němž na stanici vysílací byla původní fotografie upevněna. Tento válec nechť se otáčí naprosto týmž způsobem jako válec vysílací a nechť naň dopadají postupně paprsky více nebo méně zatemňované podle intensity proudu přicházejícího; tu musí se objeviti správný obraz. Jedná se tedy o rozřešení dvou problémů: předně o to, aby válec na stanici vysílací a přijímací otáčel se úplně stejným způsobem, čili aby bylo dosaženo synchronismu obou válců, a za druhé o to, aby světlo na přijímací papír dopadající bylo řízeno úplně přesně podle intensity proudu elektrického.

Co se týče synchronismu obou válců, lze použiti method rozmanitých, které jsou dobře známy zejména při telegrafii. Všechny tyto metody mají stejný princip: nejprve dá se oběma válcům rychlost přibližně stejná, rovnoměrná, a pak občas opraví se jejich běh. Nejrovnoměrnějšího běhu válců dosáhne se elektromotorem derivačním. Aby vliv vnější práce motorem vykonávané mohl se zanedbat, a aby rotace byla zcela pravidelná, musí výkonnost motoru býti značně veliká proti té práci, které je potřebí pouze k otáčení induktoru motoru a válce. Pro telefotografii postačuje prof. Kornovi úplně motor  $\frac{1}{2}$  HP, jehož zároveň bylo použito k přeměně stejnosměrného proudu v proud střídavý, pomocí kterého se může velmi jednoduše a přesně stanoviti rychlost motoru až na  $\frac{1}{4}\%$ . Avšak i kdyby se oba válce s přes-



ností co největší pohybovaly stejnoměrně, přece malé rozdíly (na př. i jen ona čtvrtina procenta) neustále se sčítající mohly by způsobiti rozdíl tak veliký, že by na správné vytvoření obrazu působil velice rušivě. Proto Korn upravil obě stanice tak, že válec přijímací otáčí se rychlostí poněkud větší (asi o 1%) než válec vysílací, ale po každé otočce samočinně se zastaví na tak dlouho, až válec vysílací jej dohoní; tento okamžik jest určen automatickým signálem, kterým zastavený válec se vybaví a může opět ve svém pohybu pokračovati. Proud potřebný k samočinnému vybavení válce přijímacího jde ze stanice vysílací po téměř vedení, kterým se fotografie přenáší, tak že po každé otočce vždy na kratičkou dobu telegrafování se přeruší. To však nikterak nevadí, neboť zařídí se to tak, že ono přerušení připadne právě v ta místa, kde fotografie na válci vysílacím přiléhá k sobě opačnými konci.

Otázka synchronismu není tedy zvláštní obtíží celého systému a také u všech jiných systémů bylo jí více nebo méně dokonale vyhověno. Mnohem obtížnější je regulace světla na stanici přijímací. Při první soustavě Kornově bylo zařízení následující: Válec přijímací byl umístěn v temné komoře, ve které proti němu byla namířena malá trubička Geislerova, spojená s póly Teslova transformátoru. Trubička tato byla celá pečlivě pokryta pečetním voskem a ebonitem až na malý otvor právě proti válci, kterým jediné mohlo světlo vycházeti, a pohybovala se při otáčení válce podobně jako blána fonografu rovnoběžně s osou. Vytvoří-li se pak v trubičce záření více nebo méně silné, reprodukuje se na citlivém papíře původní fotografie.

Zbývá ještě ukázati, jak lze měniti v trubičce záření, které vzniká proudy vysoko napiatými. Aby



se získaly tyto proudy, použije se induktoru napájeného proudy střídavými vyrobenými pomocí elektromotoru, a tyto proudy se musí nějakým vhodným způsobem regulovati. K tomu slouží jemný galvanometr, který se proudy, přicházejícími ze stanice vysílací a přenášejícími tedy fotografii, různě uchyluje. Ručička galvanometru je tu nahrazena lehounkou vodorovnou trubičkou izolující, opatřenou na každém konci svislým drátem. Tento drátek pohybuje se po různě velikých odporech, tak že se střídavé proudy vhodně zesilují nebo zeslabují a tím se řídí intensita záření světelného.

První telefotografie na tomto principu byly zhotoveny na jaře r. 1904 na telefonické trati Mnichov-Norimberk-Mnichov a dopadly již dosti slušně; k přenosu jejich bylo zapotřebí 40 minut.

Methoda tato měla však ještě dvě chyby: galvanometr, jehož se použilo, měl poměrně značnou setrvačnost, tak že nesledoval dosti rychle změny proudu ze stanice vysílací, a selénové buňky měly také setrvačnost rušivě působící, tak že odpor jejich neměnil se stejně rychle s osvětlením, nýbrž poněkud se opožďoval. Účinek toho byl na telefotografiích velmi dobře patrný, neboť veškerá světlá místa byla značně protažena, následovala-li za nimi hned místa temná nebo obráceně. Tato setrvačnost selénu ukázala se zejména rušivě tehdy, když rychlost přenášecí se zvětšila, tak že bylo možno fotografii rozměru  $9 \times 16$  cm reprodukovati i za 12 minut. Snažil se tedy Korn odstraniti tyto nepříjemné vlastnosti a skutečně druhou jeho úpravou se mu to podařilo.

Stanice vysílací zůstala v podstatě táž jako dříve, jenom že přenášejí se fotografie rozměru  $13 \times 24$  cm, ale stanice přijímací pozměnila se velmi značně, jak patrně z obr. 8. Fotografie sice opět se pro-







vádí na válci *b*, jenž otáčí se v temné komoře motorem *a*, jsa regulován brzdou *m*, avšak změna intensity světelné děje se nyní pomocí světelného relais, které je v principu velmi podobno oscillografu, popsanému již u časově pozdější soustavy Belinovy. Kdežto však tam pomocí oscillografu odráželo se světlo v různých směrech a probíhalo tak stínítkem v jednotlivých místech různě světlým, zde naopak pomocí světelného relais zatemňuje se více nebo méně světlo z Nernstovy žárovky *d* vycházející a, jsouc čočkou *e* soustředěno, dopadá úzkým otvorem v temné komoře na přijímací válec *b*. Jsou si tedy při tomto uspořádání obě stanice jak vysílací, tak přijímací velmi podobny.

Působení světelného relais je velmi jednoduché. Je to malý lísteček aluminiový upevněný na dvou drátech a umístěný mezi póly magnetu, tak že jeho rovina musí se stáčet v určitém poměru k intensitě proudu, jenž oněmi dráty prochází; i lze toto relais tak zařídit, že při každé jeho úchylce vrhá se na fotografický papír ploška intensity světelné takové, jaká v tom okamžiku je na první stanici vysílána. Poněvadž pak tento přístroj má velmi malou setrvačnost, lze přenášeti obraz mnohem rychleji než dříve, tak že na př. fotografii rozměru  $13 \times 24$  cm lze přenést za 12 minut, má-li šroub, válec posunující, závity  $1\frac{1}{2}$  mm vysoké; ba dokonce i za 6 minut dosáhne se již obrazu velmi uspokojivého při výšce závitu šroubového 1 mm.

Avšak zbývá ještě druhá vada, servačnost selénu; leč i tu podařilo se Kornovi velmi důmyslným způsobem vymýtit pomocí *selénového kompensátoru*. Je to buňka selénová *s*, která je vepiata do proudovodu místní batterie *g* na stanici přijímací a která podobným přístrojem, jako je hlavní světelné relais,



jest různě osvětlována z lampičky  $d'$  pomocí čoček  $e'$  a  $e''$  v poměru k intensitě proudu ze stanice vysílací přicházejícího. Setrvačnost samotné této buňky způsobovala by tytéž vady jako setrvačnost buňky na stanici vysílací, ale dá se vše uspořádati tak, že tato setrvačnost působí ve směru opačném, tak že obě vady se vzájemně ruší, kompenzují, a fotografie přenesená se objeví beze všech rušivých účinků selénu.

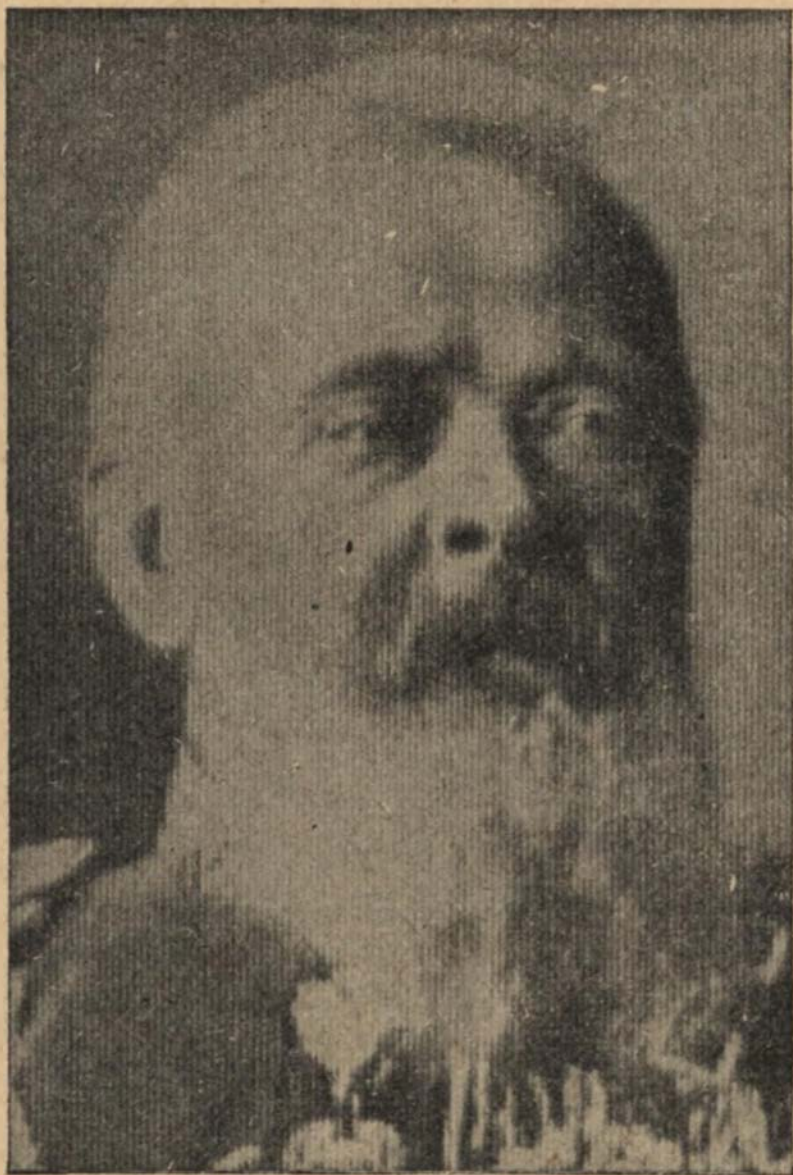
Tímto zdokonalováním zaměstnával se prof. Korn r. 1906 a skutečně se mu podařilo provést ke konci toho roku již velmi zdařilé fotografie v době poměrně dosti krátké, totiž za 12 nebo i za 6 minut. Pokusy konány byly na trati asi 1500 *km* dlouhé a korunovány byly úplným zdarem; ovšem musí se hleděti k tomu, aby odpor vedení byl co možno slabý a proto se vždy provádí přenášení fotografií po drátech telefonních, jež jsou silnější a tedy mají menší odpor, než dráty telegrafní. Fotografie v této době provedené je viděti na obr. 9. a 10.

Úloha jednodušší je přenášení liniových kreseb nebo rukopisů do dálky, a i to podařilo se prof. Kornovi velmi dobře, při čemž rychlost přenášení mohla býti ještě značně zvětšena.

Naskytá se nyní otázka: K čemu se dá telefotografie použiti? Slyšme, co o té věci pravil sám prof. Korn r. 1907: „Soudil jsem dlouho, že v první řadě policie použije telegrafického přenášení fotografií, ale věci utvářily se jinak. Je to illustrovaný tisk, jenž první ukázal zájem svůj na nových methodách, neboť velký časopis obrázkový „L'Illustration“ chopil se šťastně iniciativy, aby uvedl metody tyto do praktického života.“ Skutečně také ředitel uvedeného časopisu pozval v lednu r. 1907 prof. Korna do Paříže a ten v místnostech tohoto listu konal



1. února před četným vynikajícím obecenstvem přednášku spojenou s pokusem, aby ukázal přesnost svých přístrojů. Na jedné straně stolku byly po-



Obr. 9. Reprodukce fotografie přenesené  
telefotografem prof. Korna.

staveny přístroje vysílací, na druhé přístroje přijímací, ale nebyly spojeny spolu přímo, nýbrž značnou oklikou, t. j. telefonní tratí z Paříže do Lyonu a z Lyonu zase zpět o úhrnné délce 1024 km, tak že to bylo totéž, jako kdyby obě stanice byly od sebe 1024 km vzdáleny. Pokus vydařil se velmi



krásně, tak že lze očekávati, že brzy aspoň světové časopisy zavedou si telegrafické přenášení obrazů, a že nezůstane telefotografie omezena pouze na čtyři



Obr. 10. Reprodukce fotografie přenesené  
telefotografem prof. Korna.

místa: Paříž, Mnichov, Londýn a Berlín, jak loni bylo prozatím projektováno.

Policie ovšem získá telefotografií též velmi mnoho, neboť s telegrafickým zatykačem bude možno poslati zároveň telegraficky i podobiznu stíhaného.



Všechna místa ovšem sotva budou vyzbrojena nutnými přístroji, ale aspoň hlavní města, přístavy a města pohraniční zajisté si je opatří. Musea policejní budou si pak moci fotografie zločinců zhotoviti hned již v té úpravě, jež pro přenášení se nejlépe hodí.

Dá se tedy v budoucnu jistě očekávati veliký rozmach telefotografie, která je prvním krokem k řešení problému mnohem nesnadnějšího, vidění do dálky, jehož rozřešení snad také jednou se dočkáme.

Prof. Dr. *Jaroslav Jeništa*.

---



## V. Fotografie v přirozených barvách.

K nejzajímavějším problémům fotografie od prvních jejích počátků patří *fotografie barev*. Problém ten není nikterak snadný a proto dlouho trvalo, než dospělo se k řešení uspokojujícímu a též prakticky upotřebitelnému, jak z dalšího vysvitne.

Jak známo, obyčejné světlo sluneční není světlem jednoduchým, nýbrž skládá se z celé řady barev jednotlivých, které nejjednodušeji obdržíme, vrhneme-li uzounkou štěrbinou svazek paprsků na trojboký skleněný hranol. Pak totiž na stínítku objeví se nám již ně pouhá úzká štěrbina osvětlená, nýbrž široký pruh, zvaný *spektrum*, v němž jednotlivé barvy následují v tomto pořádku: červená, oranžová, žlutá, zelená, bledě modrá, tmavě modrá a fialová. Ovšem není ve spektru jen uvedených sedm barev, nýbrž nesčetné množství jemných odstínů od nejsytější barvy jedné k barvám ostatním, i bylo by tedy ideálem fotografie barevné, kdyby bylo možno spektrum reprodukovati úplně přesně ve všech těch barvách i odstínech, které skutečně v sobě má.

Vrhneme-li spektrum sluneční na obyčejnou desku fotografickou bromostříbrnatou, kterou po krátké expozici vyvoláme a ustálíme, poznáme, že se rozsah obrázku spektrálního neshoduje se spektrem přímo pozorovaným; část červená není totiž skoro vůbec patrna, část oranžová a žlutá, která se nám jeví tak jasná, je na fotografii málo význačná, ale



za to nejskvěleji se projevuje partie modrá a fialová. Kromě toho za částí fialovou, kde u spektra prostým okem nepozorujeme žádné barvy, objeví se na desce ještě další partie barevná, jasněji se jevící než barva žlutá, kterou zoveme *ultrafialovou*.

Různý účinek barev na obyčejnou desku fotografickou jeví se velmi nepříjemně, neboť barevné předměty zobrazují se tu často úplně nesprávně, jelikož barva oku zcela málo patrná jeví se na obrázku velmi nápadná a obráceně. Tomu aspoň z části lze zabrániti, použije-li se desek zcitlivěných pro jednotlivé barvy. Poznalo se totiž, že na př. erythrosin činí desku citlivou pro paprsky žluté a zelené, cyanin pak pro paprsky oranžové a červené. Takovéto desky zoveme *orthochromatické* a používá se jich hojně při obyčejné fotografii i při některých methodách fotografie barevné.

Avšak také je možno zcitlivěti desky současně pro všechny barvy, čímž obdržíme desky *panchromatické*, rovněž užívané při barevné fotografii.

Desky zcitlivěné podržují však přece ještě zvlášť značnou citlivost pro barvu modrou a fialovou. Aby to nepůsobilo rušivě na provedený obraz, vkládá se paprskům, než na desku dopadnou, do cesty před objektivem sklo žluté, zvané *optický filtr*, které paprsky příliš aktivní zachycuje a umožňuje tak paprskům ostatních barev, aby se řádně na desce zobrazily. Vložení takového filtru má ovšem nepříjemný následek, že se musí doba expozice zvětšiti podle toho, jak silný filtr se volí.

Přejdeme nyní k hlavním methodám barevné fotografie, jež lze rozložiti ve dva druhy, v metody přímé a nepřímé. Methodami přímými vznikne na desce fotografické přímo pozitiv, kdežto methodami nepřímými negativ jako při fotografii obyčejné,



z něhož teprve složitějším postupem vytvoří se positiv.

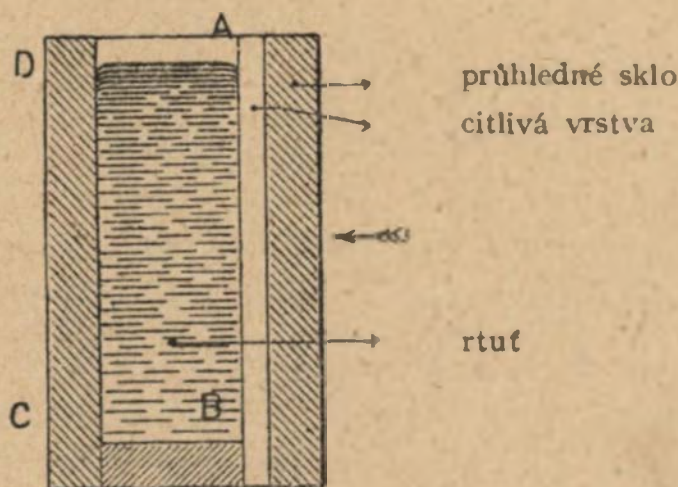
Nejdokonalejší přímou methodou jest *interferenční methoda Lipppmannova*. K jejímu pochopení nutno aspoň stručně se zmíniti o povaze světla. Podle nynějších názorů našich je světlo vlnivým pohybem přejemné látky, veškerý prostor vyplňující, kterou zoveme *ether*. Vlnivý pohyb étheru je pak podmínkou nejen záření světelného, nýbrž i tepelného, elektrického a jiného. Naskytá se nyní otázka, v čem liší se od sebe jednotlivá záření, když všechna jsou projevem vlnivého pohybu téhož étheru? Rozdíl onen je dán délkou vlny. Záření elektrické je charakterisováno vlnami velmi značné délky; záření tepelné má vlny mnohem kratší a světelné konečně vlny tak krátké, že jen velmi jemnými optickými prostředky dají se určit. Ze světelného viditelného záření největší délku vlny má barva červená (asi 0·0007 mm) a nejkratší barva fialová (asi 0·0004 mm).

Dopadne-li paprsek světelný na zrcadlo, odrazí se podle známého zákona, že úhel dopadu rovná se úhlu odrazu. Dopadne-li tedy kolmo k zrcadlu, odrazí se týmž směrem zpět, tak že vlna dopadající setkává se s vlnou přicházející a nastává interference čili křížení vln, kterým vzniknou vlny stojaté. Tyto vlny jsou význačny tím, že místa největší a nejmenší intensity světelné, t. j. maxima a minima, nepostupují již jako při obyčejném vlnění, nýbrž trvají stále na témž místě. Podobnou stojatou vlnu můžeme pozorovati u rozkmitané struny na houslích, která v prostředku má stále místo největšího rozkmitu a v místech opěrných zase místa klidu čili uzly, jež jsou od sebe vzdáleny o půl délky vlny. Rozumí se samo sebou, že vzdálenost maxim nebo minim



od sebe při stojatých vlnách světelných může záležeti jen na délce vlny dopadající čili na barvě světla a na tom právě založil Lippmann svou duchaplnou metodu interferenční.

Desky, jež možno pro tuto metodu vzíti, musí býti zvlášť připraveny, poněvadž obyčejné desky želatinové mají zrno příliš veliké proti délkám vln světelných; zde se však musí použítí desek, na nichž citlivá vrstva představuje ústředí co možno spojitě, stejnorodé.



Obr. 1. Kasetta Lippmannova.

Druhou podmínkou je nějaká plocha světlo dokonale odrážející. Tou je čistá rtuť, což podmiňuje zvláštní úpravu kasetty. Kasetta s deskou vloženou tvoří totiž nádobku (obr. 1.), jejíž jednou stěnou je právě fotografická deska obrácená dovnitř nádobky citlivou vrstvou, tak že rtuť bezprostředně k ní přiléhá. Procházejí tedy světelné paprsky od fotografovaného předmětu sklem desky, než dopadnou na citlivou vrstvu. Barevný obraz vzniká pak tímto způsobem: Stojaté vlny vzbuzené odrazem od rtuti mají ve spojitě vrstvě citlivé největší účinek tam, kde vytvářejí se jejich maxima, kdežto žádný účinek se nejví



v místech jejich minim. Tím tedy rozdělí se původní vrstva na jednotlivé elementární vrstvičky, jež jsou od sebe tak daleko, kolik měří poloviční délka vlny příslušné barvy, tak že po vyvolání a ustálení obrazu objeví se v odraženém světle zcela přesný obrázek barevný.

Metodu tuto, která je theoreticky nejlepším rozřešením barevné fotografie, uveřejnil Lippmann již r. 1891 a od té doby několikrát ji zdokonalil. Poslední zdokonalení padá do r. 1905, kdy bylo umožněno obrázek barevný pozorovati pod libovolným úhlem (a ne jen pod úhlem určitým, jako bylo při objevu původním, kde pod jinými úhly se jevil obrázek jako obyčejný negativ) a bez předchozího ponoření do vody (jak bylo nutno při druhé úpravě). Metoda tato však přece se dosud nerozšířila v praxi a to hlavně proto, že musí se používati oné kasetty se rtutí, která je nepříjemnou přítěží zejména pro amatéry, a že desky připravené nevydrží dlouho. Kromě toho velmi nepříjemno je také to, že expozice musí býti náramně dlouhá, tak že předměty ani v pomalém pohybu naprosto se nedají touto methodou fotografovati.

Mezi přímé metody patří ještě *methoda odbarvovací*, zvaná též methodou *tělesných barev*. Metoda tato spočívá na známém úkazu, že na př. modré světlo prochází bez překážky molekulami modrými, které je volně propouštějí, tak že je přirozeno, že modré světlo nemá vlivu na tělesa modře zbarvená. Avšak za to modré paprsky neprocházejí ani molekulami žlutými ani červenými, nýbrž jsou jimi pohlcovány a působí na ně tím, že je odbarvují. Podobně žluté světlo snaží se odbarviti části modré a červené, kdežto žluté části nechává nedotčeny, jako zase červené světlo neodbarvuje částí červených.



Pro tuto fotografii volí se místo citlivých desek raději citlivé papíry, jež nejsou při nových methodách napuštěny vrstvou stříbrnatých solí (na př. chloridu), nýbrž rozmanitými citlivými barvivy v takovém poměru, aby dohromady dávaly barvu temnou. Dopadá-li na takový papír různobarevné světlo, tu pod každou barvou zmizí všechny barvy kromě té, která v to místo právě dopadá, tak že se objeví obrázek přirozeně zbarvený. Ustálení obrázku provede se koupáním v roztoku měďnaté soli.

*Dr. Neuhauss*, který se touto methodou nejvíce zabývá, doporučuje nejnověji za ona citlivá barviva roztok methylenové modře, uraninu a erythrosinu. Ohromnou vadou této metody však je, že je velmi zdoluhavá. Na př. k reprodukci barevného diapozitivu na slunci je potřebí skoro celé hodiny, a to nejedná se ani o přímou fotografii, nýbrž o pouhé kopírování. Obrázek v komoře fotografické při plném otvoru objektivu a v přímém osvětlení slunečním vyžadoval by expozice asi 3 hodin, což je pro praktické použití doba přílišná. Lze sice poněkud urychlit celý proces tím, že se citlivé papíry před použitím ponoří na několik minut do roztoku kysličníku vodičitého ( $H_2O_2$ ), avšak ani toto urychlení není tak veliké, aby se expozice hodně zkrátila.

. Daleko rozšířenější než uvedené metody přímé jsou *methody nepřímé*, které používají negativu jako fotografie obyčejná a příslušného zbarvení dosahují skládáním ze tří barev základních. Barev je sice nesčíslné množství, avšak dbáme-li jen dojmu, který vzbuzují v našem oku, lze je všechny převést na tři barvy základní, jichž různým spojováním lze dosíci všech barev ostatních. Podle nových studií je dokázáno, že barvami základními jsou barva fialová, zelená a oranžově červená. Promítneme-li



tyto barvy na bílé stínítko tak, aby se částečně kryly, objeví se barvy sekundární, složené, a to růžová jakožto spojení barvy červené a fialové, žlutá jako spojení barvy červené a zelené a konečně modrá jako spojení barvy zelené a fialové, v tom pak místě, kam dopadají všechny tři barvy na sebe, objeví se plocha bílá jakožto výslednice všech tří uvedených barev.

Od takového skládání barev čili barevných světél nutno lišiti skládání čili míchání barviv (pigmentů). Abychom tomu porozuměli, dlužno vyložití, co je to barvivo. Je to látka, která sama nesvítí, ale která odráží světlo anebo aspoň část světla, jež na ni dopadá. Tak na př. křída jeví se za denního světla bílá, poněvadž nepohlcuje žádných paprsků světelných, nýbrž všechny je odráží; tráva jeví se zelená, protože absorbuje všechny paprsky kromě zelených, které odráží, konečně pak černý inkoust na př. jeví se černým, protože pohlcuje všechny paprsky a žádných neodráží. Barva předmětu vzniká tedy *odečtením* určitých barev od toho světla, v němž předmět pozorujeme.

Díváme-li se na modré světlo různě zbarvenými skly, jeví se nám také různě zbarveno, což pochopíme snadno, uvážíme-li, že modré těleso může odrážeti pouze modré paprsky, které zase nerušeně mohou přijíti do našeho oka pouze modrým sklem. Pozorujeme-li však sklem oranžovým, objeví se nám modrý předmět černý i říkáme, že barva modrá a oranžová jsou barvy doplňkové, komplementární. Podobně jsou barvami komplementárními barva žlutá a fialová, červená a zelená. Necháme-li tedy bílé světlo procházeti dvěma deskami za sebou položenými a zbarvenými komplementárně, zorné pole se zatemní (odečítání barev), když však světla komplementární vrhneme



na stínítko tak, aby se kryla, uzříme plochu bílou (sčítání barev).

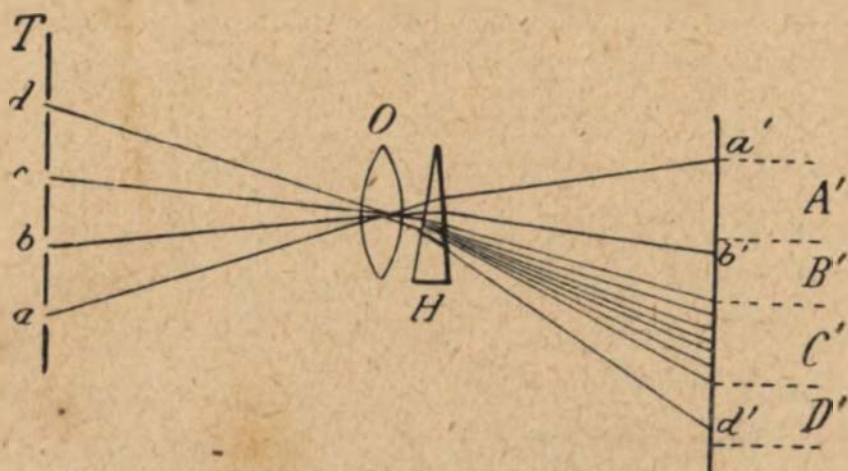
Lze tedy barvy skládati dvojím způsobem a na tom založeny jsou dvě metody nepřímé fotografie trojbarevné, totiž *metoda additivní* (sečítání barev) a *subtraktivní* (odečítání barev).

Z těchto method všimněme si na prvním místě metody additivní. Nejjednodušší z nich je metoda *Ivesova*, při které se barevný předmět fotografuje třikrát za sebou, při čemž paprsky světelné procházejí třemi různými filtry: poprvé filtrem červeným, podruhé zeleným, potřetí fialovým. Každá fotografie musí se ovšem zhotoviti na příslušnou desku orthochromatickou. Tím obdržíme tři negativy, jež obyčejným způsobem vyvoláme a ustálíme, načež z nich zhotovíme tři diapositivy a pak každý z nich pozorujeme v témž světle, v jakém byl negativ fotografován. Tím bychom obdrželi tři různé obrázky, ale vhodným přístrojem (chromoskopem) lze vše uspořádati tak, že oko vidí všechny obrázky v jednom místě a má tak dojem předmětu v původních barvách.

Zajímavou metodu additivní sestavil též r. 1899 *Wod*, jež v principu je úplně podobna metodě, kterou objevil r. 1906 *Chéron* a o něco později nezávisle na něm *Lippmann*. Uvedu zde tedy stručně jen princip metody Chéronovy. Obraz, jenž se má fotografovati, vytvoří se jedním objektivem na mřížce, t. j. na skleněné desce, na níž jsou vyryty rovnoběžné neprůhledné čáry, oddělené proužky průhlednými. Paprsky světelné, rozdělené takto v proužky, projdou pak spojnou čočkou a dopadnou na skleněný hranol, jehož hrany musí býti přesně rovnoběžny s čarami mřížky. Schéma celého zařízení je viděti z obr. 2. *T* je malá část mřížky, mající čtyři průhledné proužky *a*, *b*, *c*, *d*, pětikrát užší než



sousední pruhy neprůhledné. Nechť touto mřížkou procházejí různé paprsky, na př. otvorem  $a$  paprsek červený,  $b$  žlutý,  $c$  bílý a  $d$  modrý. Paprsky  $a$ ,  $b$ ,  $d$  jakožto jednoduché nerozloží se hranolem  $H$  ve spektrum, nýbrž pouze se odchýlí v místa  $a'$ ,  $b'$ ,  $d'$ ; za to však bílý paprsek  $c$  rozloží se hranolem v celé spektrum, které se objeví na ploše  $C'$ . Takto vytvořený negativ vyvoláme a ustálíme, načež z něho uděláme diapositiv, který bude průsvitný jen v místech  $a'$ ,  $b'$ ,  $d'$  a v celé ploše  $C'$ . Položíme-li pak



Obr. 2. Princip způsobu Chéronova.

tento positiv do aparátu fotografického na totéž místo, které zaujímal dříve negativ, a vrhneme-li na mřížku bílé světlo, způsobí paprsky  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$  úplná spektra, jež se na desce kladou vedle sebe v místech  $A'$   $B'$   $C'$   $D'$ . Poněvadž však toliko ploška  $C'$  je celá světlá, bylo by možno viděti celé spektrum za deskou jen v místě  $C'$ , ale jelikož spektrum toto je velice užoučké, skládají se tu všechny barvy spektrální dohromady v barvu bílou, jakou měl v tom místě fotografovaný předmět. Co se týče barevných paprsků, objeví se též zcela správně. Všimněme si na př. paprsku  $a$ . Ten při pozorování diapositivu rozloží se též v celé spektrum,



ale za deskou bude možno pozorovati z něho jen tu barvu, která prochází průhlednou částí diapositivu v *a*; i může to býti jen barva červená, poněvadž obrázek v *a'* byl vytvořen odchylkou paprsku červeného.



Obr. 3. Reprodukce barevné fotografie získané podle způsobu Chéronova.

Tato metoda dává velmi pěkné výsledky; diapositiv je sice celý pokryt čarami temnými, jak patrně na obr. 3., ale to pak při pozorování tohoto obrázku v aparátu fotografickém nijak nevadí.



Avšak pro amatéry ani tato metoda by se nehodila, kdyby loňského roku (1907) nebyl *Raymond* celou úpravu tak zjednodušil, že je nyní přístupna každému, a že se dá na každém apparátu snadno provést. Místo kruhového diafragmatu užije se diafragmatu štěrbinového ve tvaru obdélníka, protaženého ve směru svislém. Paprsky od fotografovaného předmětu vycházející projdou do komory úzkou štěrbinou a dopadnou před deskou na jednoduchou mřížku podobnou oné, jaké se používá při reprodukcích fotografií pro tisk. Za touto deskou je pak ještě hranol o velmi malém úhlu lámavém, ale rozměrů aspoň takových, jako jsou rozměry desky. Náklad na tuto úpravu temné komory jest podle Raymonda velmi malý; pro rozměr  $9 \times 12$  cm lze příslušnou mřížku opatřiti za 10 franků a uzounký hranol k tomu také za 10 franků, tak že celé zařízení pro barevnou fotografii lze si opatřiti za 20 fr. Fotografovati se musí ovšem na desky panchromatické, citlivé pro všechny paprsky.

Nevýhodou této metody zůstává i při této úpravě, že provedený diapositiv nutno vložit do téhož fotografického přístroje, kterým byl proveden, přesně na totéž místo, kde byl negativ, neboť jinak není viděti ani stopy po nějakých barvách. Rovněž tak nepříjemno je, že se obrázek musí pozorovati jen v tom přístroji, kterým byl zhotoven, což značně omezuje rozšíření této metody v praxi, ač by toho pro pěkné své výsledky zajisté zasluhovala.

Nejrozšířenější jsou však *metody subtraktivní*, jimiž se dosáhlo zejména v nejnovější době neobyčejných úspěchů. Z nich uvádím nejprve metodu *Heseckielovu*, která byla do nedávna považována za nejlepší. Při této metodě provedou se tři snímky fotografovaného předmětu po sobě tímto způsobem.



Do trojdílné kasetty vloží se deska panchromatická, třikrát větší než deska pro obyčejný snímek, jejíž každá třetina se exponuje zvlášť. První třetina exponuje se filtrem oranžověčerveným, druhá zeleným a třetí modrým. Tím obdrží se tři negativy, při nichž zvláště se musí dbáti na to, aby byly co nejpečlivěji provedeny: vyvolávají se i ustalují všechny současně. Z těchto negativů hotoví se pak diapositivы a to nejprve na skleněnou desku citlivou negativem exponovaný při červeném filtru. Vykopírovaný tento diapositiv se vyvolá, vypere ve vodě a v roztoku krevní soli, načež se vloží do roztoku, zvaného minus-červen; pak se obrázek opláchne, ponoří do ustalovací lázně, kde obdrží krásnou zelenomodrou barvu. Druhé dva negativy kopírují se na film bromostříbrnatý, zcitlivěný dvojchromanem draselnatým, načež se vyvolají, ustálí a konečně zbarví, a to film s kopií druhého negativu na červenou v roztoku minus-zeleň a film s kopií třetího negativu na žluto v roztoku minus-modř. Zbarvení musí se líti velice pozorně a musí se pečlivě zkoumati, zda některá z barev není příliš silná proti ostatním, což lze opravit vypráním ve vodě. Když pak u všech tří obrázků je dosaženo správných poměrů barevných, slepí se všechny dohromady tak, aby obrysy fotografovaných předmětů přesně splynuly, a pak ve světle prostupujícím — zejména při projekci elektrickým světlem — vidíme velmi zdařilé obrazy v přirozených barvách.

Avšak i tato methoda byla obtížna proto, že bylo nutno užívati tří filtrů a třikrát každý předmět a sebou fotografovati, což nevyžadovalo sice při citlivých deskách příliš mnoho času, ale přece tolik, že momentní fotografie byla naprosto vyloučena. Byla tedy touha četných badatelů v oboru barevné



fotografie nahraditi tyto tři desky pouze deskou jedinou, což se konečně také povedlo *bratřím Lumièrům*, majitelům známé továrny na desky fotografické v Lyonu. Jejich metoda spočívá v principu na myšlence *Ducosa du Hauron*, jednoho z objevitelů trojbarevné fotografie, který ji ovšem nemohl nijak zdokonaliti, poněvadž v jeho době nebyly ještě známy desky orthochromatické. Ducos du Hauron oznámil totiž již r. 1868, že by bylo možno fotografii barevnou provést na jedinou citlivou desku, kdyby světlo nechalo se projíti tenounkým lístkem průsvitným, pokrytým trojbarevnými zrnky. Tato metoda navržená upadla v zapomenutí, až r. 1894 Angličan *Joly* užil úpravy velmi podobné; vložil totiž do cesty paprskům vycházejícím od předmětu fotografovaného skleněnou desku, na které byly rovnoběžně hustě vedle sebe rýsovány průhledné čáry, střídavě vždy za sebou fialové, zelené a oranžově červené.

Konečně však r. 1904 *bratři Lumièrové* přiklonili se úplně k původní myšlence Ducosově a také ji prakticky rozřešili, tak že r. 1907 mohli dáti již do prodeje zvláštní desky pro barevnou fotografii, t. zv. desky *autochromatické*. Příprava těchto desek děje se továrnicky a je dosti složitá. Škrob bramborový proseje se tak, že se obdrží zrnka o průměru 10 až 12 millionin milimetru a pak se rozdělí na tři stejné části. Jedna se zbarví barvou oranžově červenou, druhá zelenou a třetí modrofialovou, načež se všechny části smísí velmi pečlivě dohromady, aby vznikl jemný prášek, nejevící žádného zřejmého zabarvení. Prášek tento rozestře se pak štětcem na lepkavém povrchu desky skleněné tak, aby se nikde nevrstvil, při čemž lze vypočísti, že na 1 mm<sup>2</sup> připadá asi 8000 barevných zrníček škrobových. Mezi jed-



citlivými zrnky jsou ještě mezery, které by mohly propouštět bílé světlo až k citlivé vrstvě, ale ty se odstraní tím, že se zrnka již uchycená na skle rozdrtí válčováním. Tento trojbarevný filtr škrobový nalakuje se, aby byl chráněn proti vodě, a pak se naň nanese citlivá vrstva panchromatická, čímž výroba desky autochromatické je hotova.

Chceme-li na takovouto desku fotografovat, musíme ji do kasetty vložit obráceným způsobem než desku obyčejnou, totiž sklem — a ne citlivou vrstvou — proti dopadajícím paprskům, poněvadž světlo musí projít trojbarevným filtrem, než dopadne na onu vrstvu. Exposice jsou při deskách autochromatických sníženy na takovou míru, že lze provádět již i snímky momentní; tak na př. při velmi světlém objektivu obdržel se krásný barevný obrázek osvětleného předmětu již po expozici  $\frac{1}{5}$  vteřiny trvajících. Také na to dlužno upozornit, že před objektiv musí být vždy vložen zcela určitý barevný filtr, jež rovněž dodává továrna Lumièreova.

Všimněme si nyní, jak se vytvářejí na deskách autochromatických barevné obrázky. Dopadá-li na desku na př. světlo červené, bude pohlceno zelenými zrnky škrobovými, kdežto zrnka oranžová a fialová je propustí, tak že pod nimi je citlivá vrstva fotochemicky změněna, kdežto pod zelenými zrnky zůstane nedotčena. Vyvoláme-li pak tuto desku, redukuje se stříbro ve vrstvě osvětlené, tak že tam je deska temná, kdežto v části neosvětlené lze stříbro ustalovací lázní odstraniti. Byla by tedy deska v těch místech, kam dopadne světlo červené, zelená a podobně i ostatní barvy objevily by se komplementárně. Obraz v barvách původních by se vytvořil, kdybychom provedený barevný negativ znovu fotografovali na stejnou desku autochromatickou,



ale výsledky by nebyly příliš skvělé, jak provedené pokusy skutečně ukázaly.

Doporučuje tedy Lumière jiný způsob, kterým lze velmi pohodlně a bezpečně obdržeti krásné barevné obrázky přímo z negativu; nutno je pouze přesně dbáti uvedených předpisů. Exponovaná deska vyjme se opatrně z kasetty, aby se citlivá vrstva neporušila, a vloží se do vývojky takto připravené. Roztok *A*: čisté kyseliny pyrogallové 3 g, alkoholu 100  $\text{cm}^3$ . Roztok *B*: vody 85  $\text{cm}^3$ , bromidu draselnatého 3 g, ammoniaku (o hustotě 0.92) 15  $\text{cm}^3$ . Na vyvolání desky rozměru 13×18  $\text{cm}$  stačí 100 g vody, 10 g roztoku *A* a 10 g roztoku *B*, kterýžto roztok nalije se do směsi až naposled, poněvadž vývojka se velmi rychle okysličuje. Proto se dá každé vývojky použití jen jednou. Vyvolání má trvati přesně 2½ min., tak že není třeba vůbec desku prohlížeti při vyvolávání ani v červeném světle; potom se deska vypírá několik vteřin v tekoucí vodě a na to se vloží do roztoku skládajícího se z 1000  $\text{cm}^3$  vody, 10  $\text{cm}^3$  kyseliny sírové a 2 g nadmangaňanu draselnatého. Jakmile je tato kapalina na desku nalita, lze další práce prováděti již na denním světle; stříbro redukované vývojkou se touto lázní rozpustí asi za jednu až dvě minuty, což lze sledovati v průsvitu. Když pak veškeré stříbro se rozpustí, jest barevný obraz již viditelný, a je třeba jen jej zesílit. Za tím účelem zase se vypírá v proudící vodě a pak vnoří do nové vývojky, skládající se z 1000  $\text{cm}^3$  vody, 20 g siřičitanu sodnatého a 5 g diamidofenolu, kde zůstane asi 2 minuty. Aby pak barvy vystoupily v plném lesku, vypere se deska v proudící vodě, vloží opět do velmi zředěného roztoku nadmangaňanu, opere a ponoří do lázně zesilovací. Ta skládá se ze dvou roztoků *A* (1000  $\text{cm}^3$  vody, 30 g kyseliny pyrogallové



a 30 g kyseliny citronové) a *B* (100  $\text{cm}^3$  vody a 5 g dusičnanu stříbrnatého). Na desku rozměrů  $13 \times 18 \text{ cm}$  postačí 100  $\text{cm}^3$  roztoku *A* a 10  $\text{cm}^3$  roztoku *B*, v němž ponechá se deska tak dlouho, až se kapalina počíná kaliti. Pak se deska vyjme a po vyprání v proudící vodě a ve zředěném roztoku nadmangaňanu ustálí se a rychle osuší, čímž je pozitivní proces skončen. Osušení desek nesmí se prováděti lihem, poněvadž by se jím barvy úplně pokazily. Jako obyčejné diapositivy lakuje se pak i tento barevný obrázek, neboť tím se dosáhne mnohem větší jeho trvanlivosti. Tyto předpisy zdají se hodně složité a mohly by mnohého amatéra odraditi od pokusu s barevnou fotografií. I upozorňuji na to, že zpravidla k zesilování fotografií není vůbec nutno přistoupiti, tak že pak celá práce je velmi jednoduchá. Hlavní podmínkou ovšem je, aby doba expozice byla správně volena, neboť jen pak vystoupí barvy přirozeně; každým zesilováním nebo zeslabováním barevný dojem se kazí.

Pomocí desek autochromatických je *pro tuto dobu* nejlépe a nejjednodušeji rozřešen problém barevné fotografie, čímž není ovšem nijak řečeno, že by snad v budoucnu nebylo možno naléztí řešení ještě lepšího. Má totiž tato metoda na př. tu značnou nevýhodu, že lze ze snímku zhotoviti vždy jen jeden průhledný barevný obrázek. Částečně lze tomu odpomoci tím, že se metoda tato kombinuje s dříve již vyloženou methodou odbarvovací Neuhausovou tím způsobem, že se barevný diapositiv kopíruje na citlivé papíry, čímž se ovšem celý proces stává již složitějším.

Prof. Dr. Jaroslav Jeništa.



## VI. Řiditelné balony a letadla dynamická.

Dávná snaha lidstva ovládati vzdušný okeán dospívá uskutečnění. Slušná řada let uplynula od prvního výstupu bratří Montgolfierů do vzdušných říší, po němž nastalo dlouhé intermezzo, než se objevil balon naplněný lehkým plynem oproti dřívějšímu, plněnému ohřátým vzduchem. Současně však vznikaly nejrozmanitější projekty mechanického letadla podle vzoru ptáků i hmyzu, někdy absurdních forem, někdy však zcela blízké nynějším tvarům moderních letadel, jež dobývají sportovních rekordů a velkých cen.

Myšlenka dynamického letadla je prastará, starší než fyzikální zákony o specifické váze plynů. Nebylo však ani ponětí o lehkých motorech a proto všechny snahy zůstávaly marny. Použití parního stroje, jenž všude razil si cestu, bylo i tu navrhováno, člověk však brzo nabýval přesvědčení nejen o nemožnosti letadla pohybovaného silou vlastních svalů, ale i o neschopnosti parního stroje, všude triumfujícího.

Snazší, daleko snazší bylo dosáhnouti vysokých vrstev vzduchových balonem lehkým, jednoduchým a dospěti rychle cíle tak žádaného. Balon byl skutečně schopen vznést člověka do výšin a proto získal si dříve množství přívrženců.

Mnoho důmyslu, mnoho významných jmen, mnoho katastrof i obětí zaznamenáno v historii



vzduchoplavby, v níž bojoval člověk proti nesmírným vlnám vzdušného okeánu, chtěje učiniti z balonu, hříčky větru, stroj poddaný své vůli a učiniti jej říditelným. Ale teprve vývojem automobilního průmyslu, jímž získány motory lehké a o velké výkonnosti, bylo možno pomýšleti na částečné dosažení tohoto požadavku.

Současně pracovali přívrženci dynamického letu a nezůstávali pozadu, ačkoliv jejich práce byla daleko těžší, a bylo také nesnadno i nebezpečno vznést se a svěřiti se nedokonalému stroji. Primát zaujal balon říditelný, snáze uskutečnění schopný.

### *Balony říditelné.*

Historickým, neprovedeným projektem balonu jenerála *Meusniera* r. 1784 stvořena byla podlouhlá, doutníková forma balonů říditelných. Rovněž kompenzační balon vzduchem naplněný, nalezající se uvnitř velkého balonu a mající za účel udržeti stálý tvar balonu a zameziti zbytečné unikání plynu, byl jím vynalezen. I o vrtuli vzdušné je v projektu zmínka, ačkoliv nebyl ještě lodní šroub. Sedmdesát let na to (r. 1852) setkáváme se s balonem *Giffardovým*, opatřeným parním strojem o 3 *HP*. Touto malou motorickou silou nemohl být překonán čelní odpor balonu, a proto postavil Giffard nový balon daleko více prodloužený, aby zmenšil tento odpor. Balon příliš dlouhý pozbyl však rovnováhy, a nejsa rovnoměrně zatížen, zlomil se ve dvě. Na to následoval (r. 1872) význačný balon *Dupuy-de-Lôme*, při němž bylo postaráno o rovnováhu zvláštním upevněním loďky, totiž stejnoměrným rozdělením závěsných šňůr, a použitím balonu kompenzačního. Vrtule balonu, poháněná silou osmi mužů, nemohla mu však uděliti znatelnou rychlost. Balon *Gaston Tissan-*

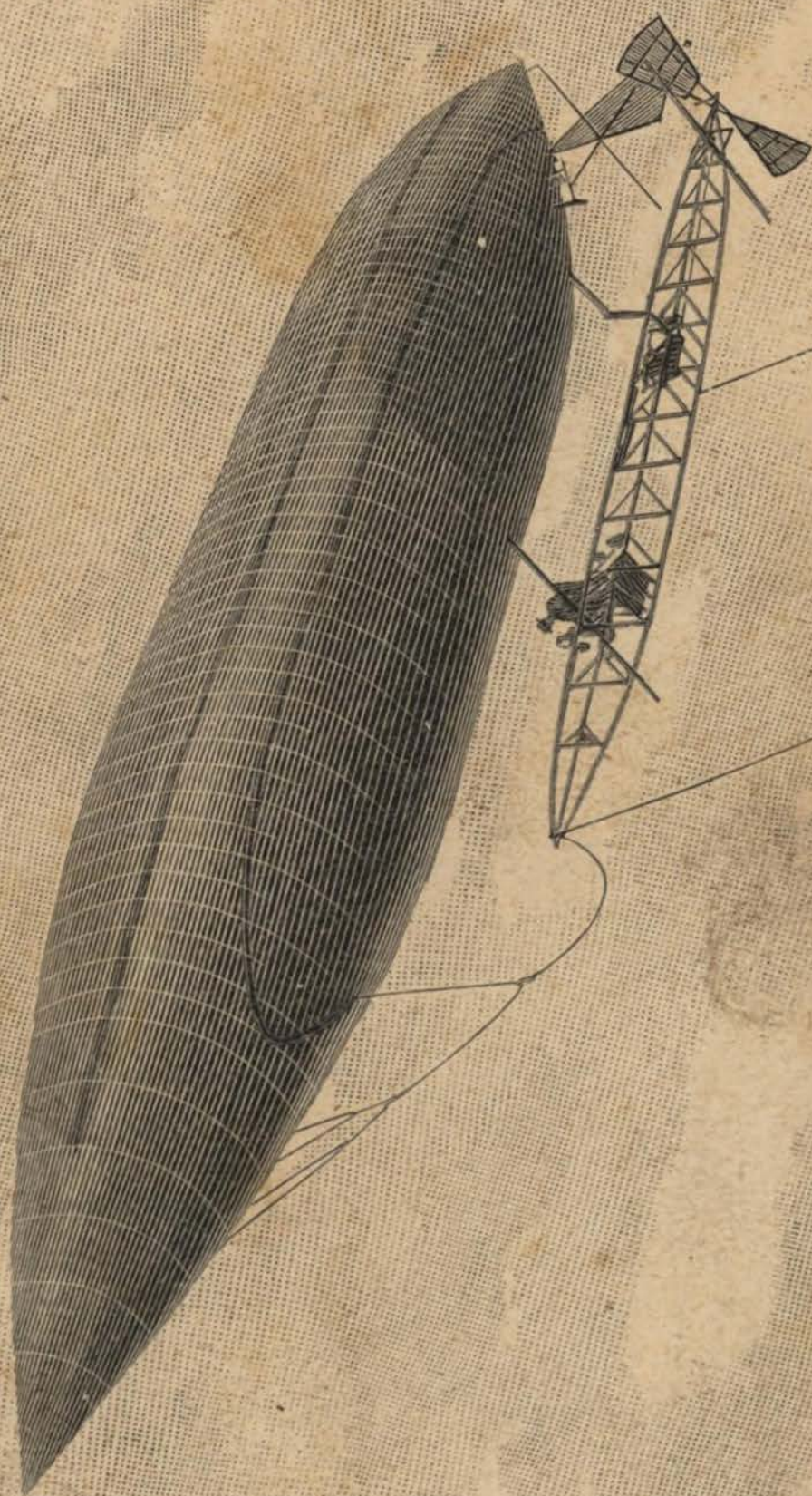


*dieruv* (r. 1883), poháněný články galvanickými a elektromotorem, vynikal značnou stabilitou a mohl dosáhnouti rychlosti 3 až 4 *m* ve vteřině, čehož do té doby nebylo dosaženo.

Jedním z nejlepších vůbec byl řiditelný balon důstojníků francouzských *Renarda* a *Krebse*, zvaný *La France*. Tvar jeho byl velmi elegantní a těleso balonu, dozadu poněkud více zúžené, dodávalo mu podoby rybího těla. Balon byl opatřen balonkem kompenzačním a rozdělen příčnými stěnami, v nichž ovšem musí býti otvory, aby se tlaky plynů v komorách mohly vyrovnávati, na několik dílů za tím účelem, aby plyn zůstával lépe rozdělen po celé délce balonu a nemohl se pohybovat sem a tam, čímž je rovnováha balonu rušena. Mimo to opatřen byl balon kormidlem horizontálním i vertikálním, jichž působnost se již při první plavbě osvědčila. Plavby byly podnikány r. 1884 a 1885. Již při první plavbě uletěl balon dráhu 7600 *m* a mohl se vrátiti zpět na místo vzletu. Velmi dokonalá stabilita umožnila hladký průběh vzletů, při nichž dosaženo rychlosti až 6·5 *m* za vteřinu. Vrtule balonu, o průměru 7 *m*, uváděna byla v činnost elektromotorem a batterií. Při veliké poměrně váze motorického zařízení vyvinul motor pouze výkonnost 9 *HP*. Žádané rychlosti aspoň 13 *m*, má-li balon postupovati proti mírnému větru, nemohlo býti dosaženo a tak přes velmi pečlivé provedení minul se balon s praktickým významem.

Brazilián *Santos-Dumont*, žijící v Paříži, jenž podnikal zprvu plavby s kulovým balonem Brésil, odhodlal se r. 1898 ku stavbě balonu řiditelného. Balon 25 *m* dlouhý, 3·5 *m* v průměru, o obsahu plynu 180 *m*<sup>3</sup> byl formy málo protáhlé. Koš byl zavěšen hluboko pod tělesem balonu, aby byly zamezeny přílišné výkyvy balonu, a opatřen motorem petro-

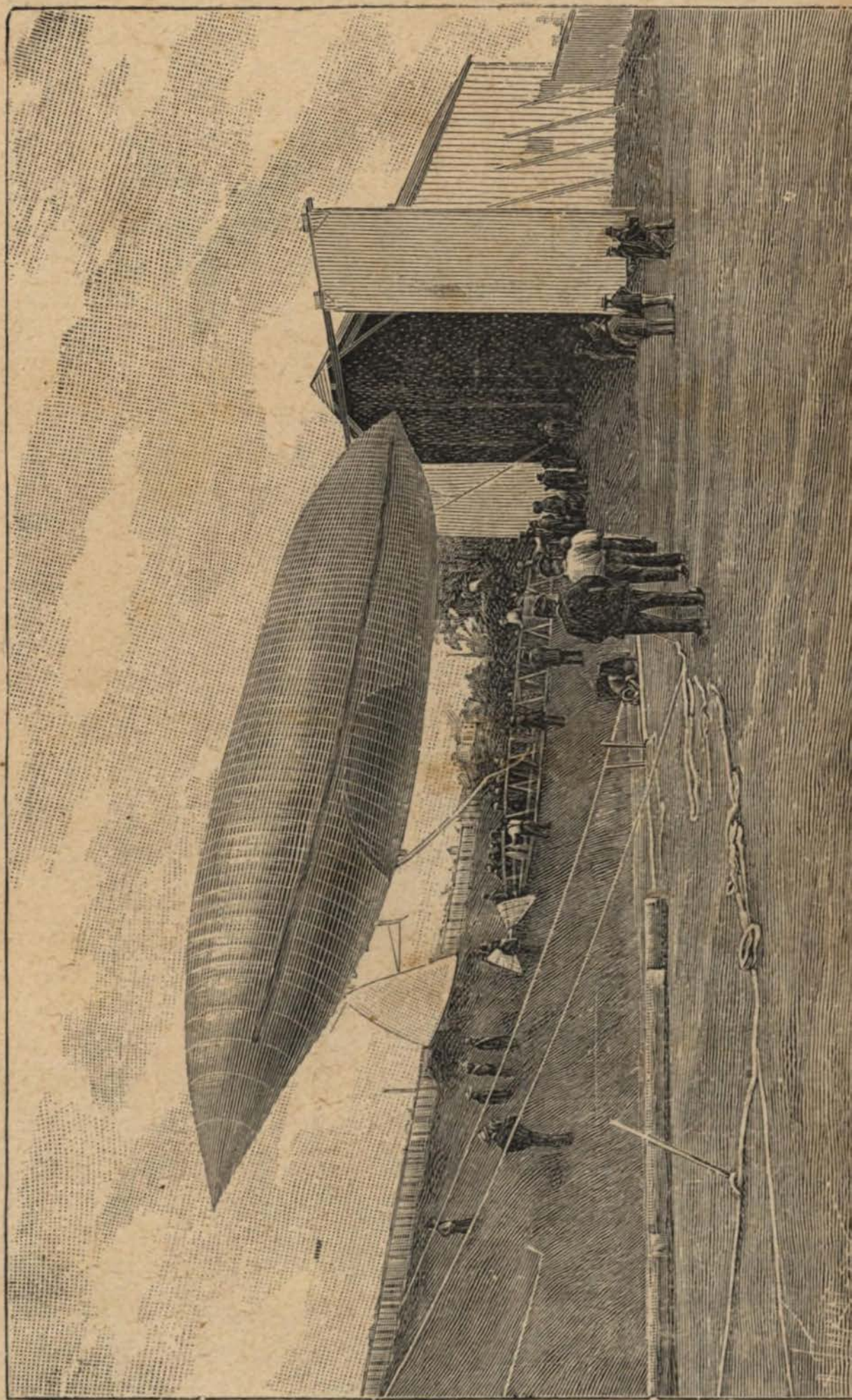






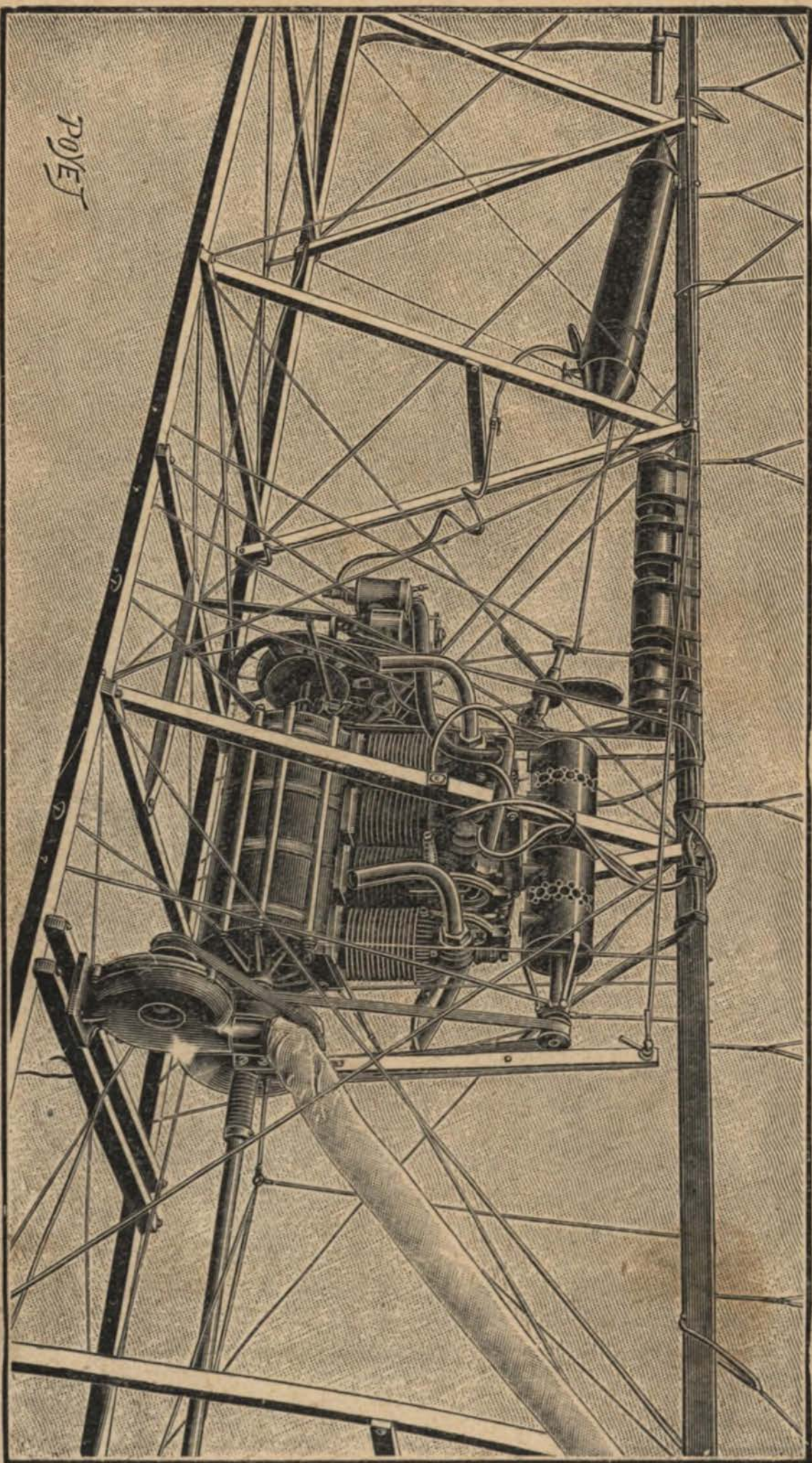
leiovým, jenž vyvinul hnací sílu 11·5 *kg*. Positivních výsledků nedodělal se však tento balon, jenž se daleko nevyrovnal svým předchůdcům a konečně stižen byl nepříliš příjemným pádem. Santos-Dumont zhotovil pak ještě asi 15 balonů, na nichž vystřídáno množství detailních zařízení (obr. 1., 2. a 3.). Někdy dařily se plavby dosti dobře, často však končily katastrofami, jež výborně svědčí o nemožnosti učiniti z balonu dopravní prostředek praktického významu. Katastrofy byly rázu velmi různého. Někdy přetrhaly se závěsné šňůry, jež pak Santos-Dumont nahradil s výhodou pianovými strunami, jindy opět balon, nestejnoměrně zatížený, zlomil se téměř ve dví. U Puteaux byl balon vinou motoru ve velkém nebezpečí explose, balon č. 5. praskl a spadl na budovu Trocadéro, v zátocce u Monaka spadl balon č. 6. do moře a p. Santos-Dumont byl uváděn stále do nejrozmanitějších nebezpečí života, z nichž vždy jen díky své chladnokrevnosti a zručnosti šťastně vyvázl. Velmi pěkného výsledku dodělal se r. 1901 balon č. 6., jehož elegantní, z bambusových tyčí sestavená dlouhá loďka nesla lehký, poměrně velmi silný motor o 16 *HP*. Balon za velikého účastenství proletěl dráhu 6 *km* ze Saint-Cloud k Eiffelově věži, obletěl tuto v pěkném oblouku a vrátil se pomalu proti větru zpět. Celá plavba trvala 30 minut a několik vteřin, průměrná rychlost dosažená byla 7—8 *m* za vteřinu. Ačkoliv plavba trvala o několik vteřin déle než 30 minut, jak bylo ustanoveno, byla přece Santos-Dumontovi prisouzena cena Henri Deutsche 100.000 franků. Týž balon stižen byl pak mnohými nehodami. Uvázl na korunách stromů v Bois de Boulogne a potopil se dvakrát v zátocce Monacké, kde měla být vyzkoušena působnost vlečného lana na vodě.







POJET



Obr. 3. Čtyřválcový motor de Dion-Bouton na pohon balonu Santos-Dumontova. Na pravé straně je ventilátor k plnění.



Poslední dobou se Santos-Dumont, jenž se mezitím věnoval s úspěchem pokusům s dynamickými letadly, vrátil opět k balonům. Postavil stroj formy t. zv. smíšené, působící jednak jako balon, jednak jako letadlo dynamické, jež však nutno zařaditi mezi balony. K balonu o malém obsahu asi  $100\text{ m}^3$  připevněno je vzadu svislé kormidlo tvaru pravidelného šestiúhelníka o úhlopříčně  $2\text{ m}$  a před ním jsou dvě látkové plochy aeroplanové, z nichž přední tvoří, jsouc otočná kol vodorovné osy, kormidlo výškové; zadní je pevná. Celková váha jest o  $130\text{ kg}$  větší než únosnost balonu, tedy stroj tento nestoupá sám sebou vzhůru, nýbrž vzlet docílí se teprve působením vrtule a nakloněných ploch. Motor Antoinette o výkonnosti  $50\text{ HP}$  pohání přímo vrtuli, jež docílí tažné síly až  $50\text{ kg}$ . Za motorem je místo pro člověka. Stroje tyto jsou nevhodné kombinace balonu a letadla mechanického. Mají všechny nevýhody balonu a výhody stroje čistě mechanického nemohou se uplatnit, poněvadž jim překáží těleso balonu. Nemohou se proto dočkat stroje smíšené žádné budoucnosti.

Význačným balonem je *řiditelný balon hraběte de la Vaulx* (r. 1906). Balon je dlouhý  $32.5\text{ m}$ , průměru  $6.5\text{ m}$  a pojme  $720\text{ m}^3$  plynu.

Obal je zhotoven z lehké kaučukované látky o velké pevnosti, jež je schopna udržeti bezpečně vnitřní přetlak  $30\text{ cm}$  vodního sloupce. Balon kompenzační je spojen s ventilátorem, jenž obstarává proud vzduchu, pokud se točí vrtule. Tlak vzduchu, asi  $20\text{ cm}$  vodního sloupce, reguluje se záklopkou. Pojišťovací záklopka, na zadní části balonu připevněná, otvírá se při  $35\text{ cm}$  vnitřního tlaku. Sympatické jest uspořádání balonu. Mezi loďkou a balonem je jakýsi vyztužený [nosník, v jehož ose vpředu působí vrtule; vzadu je kormidlo. Nosník



tento je spojen s balonem pomocí mnoha závěsných šňůr, jež vedou k jakýmsi dvěma švům podélným, a zároveň nese loďku z ocelových trub. Motor je čtyřválcový o výkonnosti 16 HP, váží 80 kg a pohání dvouramennou vrtuli 3 m průměru, konající normálně 900 obrátek v minutě. Celková váha balonu je 555 kg.

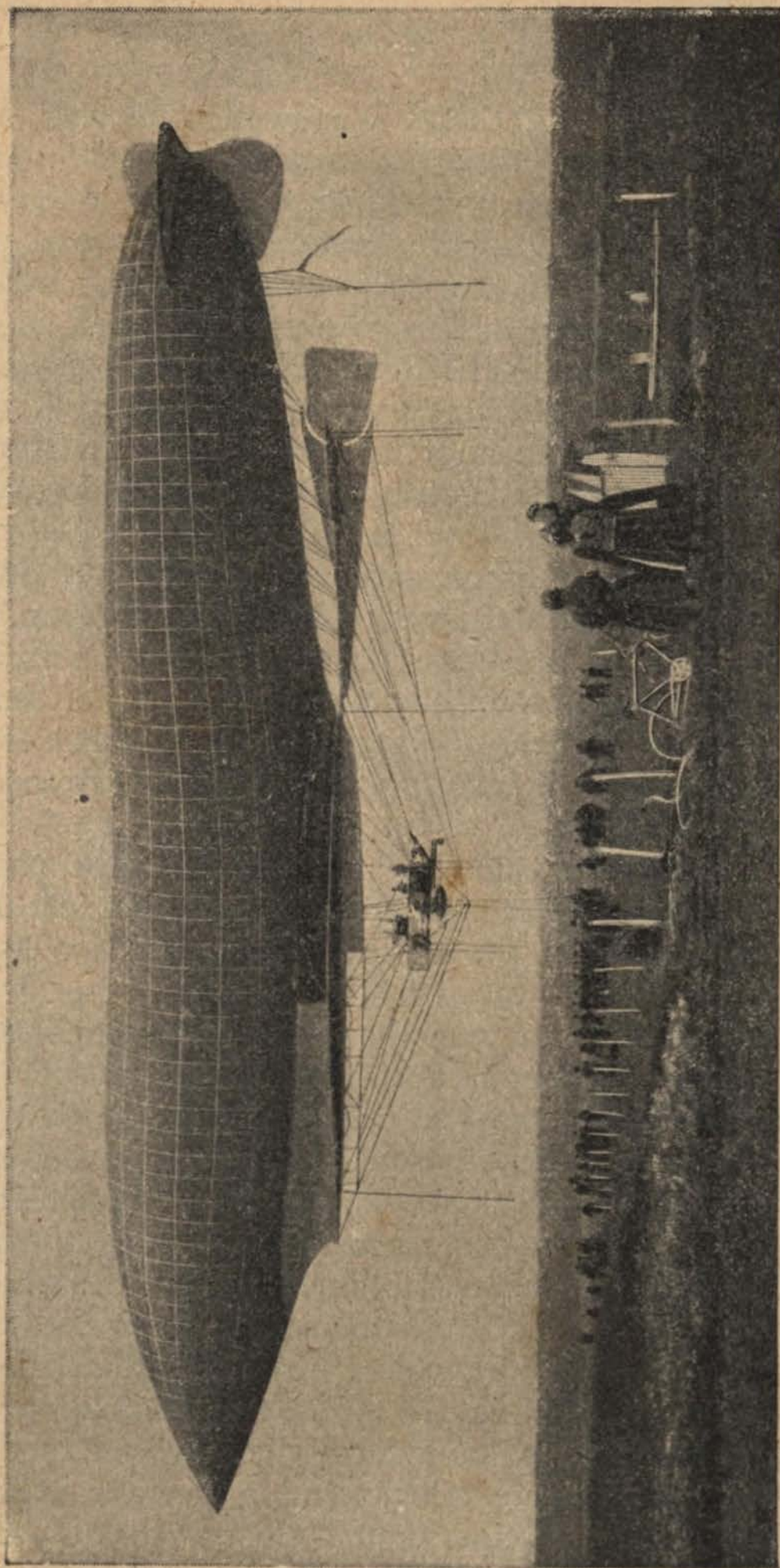
Dne 30. června 1906 byly započaty s tímto balonem zkoušky, jež se celkem velmi dařily. Balon vydržel i několik hodin bez přestání manévrovati ve vzduchu. I následujícího roku po malých změnách na balonu dařily se vzlety.

Tento balon, konstruktivně velmi pěkně uspořádaný, zásluhuje právem, aby byl uveden mezi typickými balony. Nesmíme ovšem očekávat výsledků lepších, než jakých je vůbec balon schopen dosáhnouti.

Roku 1896 započal inženýr *Julliot* svoje studie aeronautické. Skoro celých 10 let bylo potřebí, než dospěly projekty jeho k definitivnímu provedení. Financován bratřími Lebaudy, mohl Julliot sestrojiti říditelný balon, jehož výkony dosud nebyly žádným jiným překonány. Všeobecně známé balony, zvané „Lebaudy“, „Patrie“, „République“, „Démocratie“, jsou všechny téhož typu.

Délka balonu Patrie (r. 1906; obr. 4.), s nímž provedeno nejvíce nejzdařilejších pokusů, měří 60 m a největší průměr je 10·3 m. Krychlový obsah jeho je 3150 m<sup>3</sup>. K udržování stálého tvaru použito opět osvědčeného prostředku — totiž kompenzačního balonu, jenž má tvar též prodloužený a je rozdělen dvěma svislými nahoře i dole děrovanými stěnami na 3 oddělení. Do střední komory vhání se s malým přetlakem vzduch ventilátorem, jenž může dodati 1 m<sup>3</sup> vzduchu za vteřinu. Při pohledu se strany tvoří balon jaksi trojúhelník, v jehož spodním vrcholu je loďka, takže všechny nejtěžší předměty soustředěny





Obr. 4. Řiditelný balon „Patrice“.



jsou v nejspodnějším bodě. Horní vodorovnou stranu trojúhelníka tvoří vlastní balon. Toto uspořádání pojišťuje balonu znamenitou rovnováhu. Aby stabilita byla ještě dokonalejší, a aby zamezeny byly trhavé pohyby obalu balonového, byla umístěna pod ním široká, dobře vyztužená, vodorovná plocha a k ní teprve připevněn obal balonu. Plocha tato,  $21.5\text{ m}$  dlouhá a o největší šířce  $6.05\text{ m}$ , má povrch  $98\text{ m}^2$ . Uprostřed po stranách této plochy byly umístěny později při balonu Patrie dvě menší vodorovné sklonitelné plochy, sloužící za kormidla výšková.

Za velkou plochou stabilisační umístěna ještě kormidla horizontální i vertikální ve formě šípu. Na balonu samém umístěny pak podle návrhu setníka Renarda vzadu dvě plochy stabilisační tvořící kříž. Plochy tyto byly zhotoveny z ocelových trubek, vyztuženy ocelovými dráty a potaženy po obou stranách bavlněnou látkou.

Od stability balonu a stálosti jeho tvaru závisí úplně rychlost, které může balon bez nebezpečí dosáhnouti; to je t. zv. kritická rychlost. Při balonu Lebaudyově byla tato rychlost  $11.8\text{ m}$ .

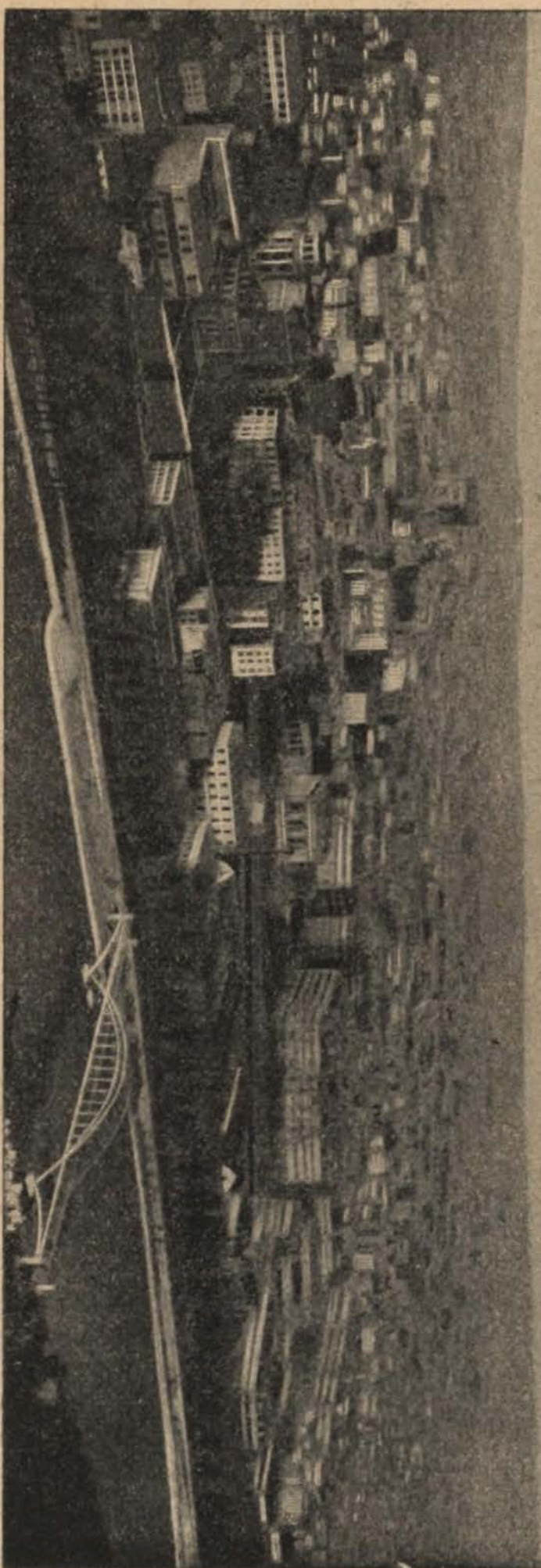
Loďka balonu je podlouhlé formy a opatřena motorem, umístěným uprostřed. Vrtule působí po stranách loďky a dají se nakláněti. Převod od motoru děje se konickým soukolím. Aby se tažná síla vrtulí působících při loďce snadno na balon přenášela, je loďka na předku spojena několika ocelovými trubkami s velkou plochou stabilisační pod balonem umístěnou. Pro snadnější přistání jest utvořen pod loďkou jakýsi kýl z ocelových trubek. Posádka balonu sestává normálně ze tří mužů, balon může však unést i 6 lidí. Loďka je vyzbrojena všemi moderními přístroji meteorologickými a je také zvláště zařízena pro vojenskou službu pozorovací.



Již výstupy s „Lebaudym“, jenž byl umístěn v remise v Toulu, se velmi dobře zdařily. Vyjma nehod, kterými je stížen každý balon se stejnou pravděpodobností, nebylo shledáno na balonu po mnoha plavbách žádných poruch. Balon „Patrie“, zhotovený na zakázku podle vzoru „Lebaudy“, byl dokončen 15. listopadu 1906. Ihned konány s ním mnohé plavby v okolí Paříže (obr. 5.), jichž se účastnily hlavně vojenské kruhy. Plavby opakovány i roku následujícího a největší z nich byla 23. listopadu 1907 z Chalais u Paříže do pevnosti Verdun (238 *km*), pro kterou byl balon určen. Plavbu tuto vykonal balon průměrnou rychlostí 34 *km III m* za hodinu. Dne 29. listopadu 1907 konal balon Patrie plavbu ze své remisy v Belleville u Verdunu. Elektrické zapalování selhalo však při této plavbě, motor vypověděl službu a balon byl nucen přistati u osady Souhesmes-la-Grande. V bouřlivé noci ze dne 30. listopadu na 1. prosinec byl balon pod širým nebem zakotvený dlouho zmítán a ani posádce 200 mužů nepodařilo se jej udržeti. Balon unášen byl větrem s velikou rychlostí a části z něho nalezeny až v Irsku. Tak neslavně skončil balon, provázený úspěchy po celou dobu své existence.

*Henri Deutsch de la Meurthe*, nadšený podporovatel snah aeronautických, dal si zhotoviti v dílnách i u nás známého inženýra aeronauta *Eduarda Surcoufa* za spolupracovnictví inženýra *Kapférerera* balon nazvaný „*La Ville de Paris*“. Těleso balonu jest obvyklé formy. Hlavní dosud nepoužité zařízení jest 8 trubek z látky balonové, jež souvisí s obsahem balonu a jsou uspořádány na zadním konci balonu ve formě kříže, tak že tvoří se jimi jaksi stabilizační plochy, analogické plochám balonu Lebaudyho.





OL. 5. Balon „Patrie“ nad Paříží. Fotografováno s věže Eiffelovy.



Lodka je dlouhá, prostorná, tak že se vzduchoplavci mohou po plošině několik metrů dlouhé volně pohybovati. Co do rozměrů odpovídá balon asi balonu Lebaudyho. Je 62 *m* dlouhý a má obsah 3.200 *m*<sup>3</sup> plynu.

Balon, umístěný v remise v *Sartrouville*, konal po několik let bez porušení dobré služby, jen jeho lodka spuchřelá byla později vyměněna za novou. Výsledky svými nezůstával daleko za Patrií a po nešťastné katastrofě tohoto balonu byl nabídnut a darován majitelem p. Henri Deutschem vládě francouzské k účelům vojenským a nastoupil místo ve Verdunu.

Snaha dosáhnouti pevného tvaru balonu, jenž by nepodléhal tak snadno ani změnám tlaku vzduchu, ani proudům vzduchovým, vedla konstruktéry k tomu, zhotoviti celou kostru balonovou z kovu. Tím bylo by odpomoženo velkým obtížím, jež způsobuje proměnlivost tvaru balonu, jako: ztráta rovnováhy, jednostranné namáhání sítě i obalu, změna odporu vzduchu a spojené s tím nebezpečí protrhnutí nebo splasknutí atd. Provedení toho není však tak snadné. Sestrojení kostry ohromných rozměrů, jež má býti velmi lehká a velmi pevná, potkává se samo sebou s velikými obtížemi. Kostra, i když je sebe lehčí, zatěžuje značně balon, jenž, má-li míti dostatečnou nosnost, nabývá rozměrů obrovitých. Nebezpečí splasknutí sice odpeďá, za to vzniká nové nebezpečí porušení kostry, případně zlomení balonu působením odporu vzduchu.

Typickým balonem tohoto druhu je *balon hraběte Zeppelina*, který se dodělal nedávno slušných úspěchů.

Roku 1898 postavil hrabě Zeppelin první velký balon s aluminiovou kostrou. Balon byl 128 *m* dlouhý o obsahu 11.300 *m*<sup>3</sup> vodíku. V rozměrech těchto



nebyl do té doby žádný jiný balon zhotoven. Balon byl rozdělen příčnými neprostupnými stěnami na 6 komor. Tím je rozdělen plyn stejnoměrně po celé délce válcovitého dlouhého balonu a stabilita balonu tím umožněna. Kolem celého balonu jest ještě jeden obal, takže vzniká mezi atmosférickým vzduchem a obsahem balonu ještě vrstva vzduchová, jež má za účel vyrovnávání teplot a zamezuje porušení rovnováhy balonu vlivem slunečních paprsků.

Zatížení rozděleno na 2 loďky; na každé z nich je 16 *HP* Daimlerův motor, jenž pohání 2 vrtule, umístěné po stranách balonu.

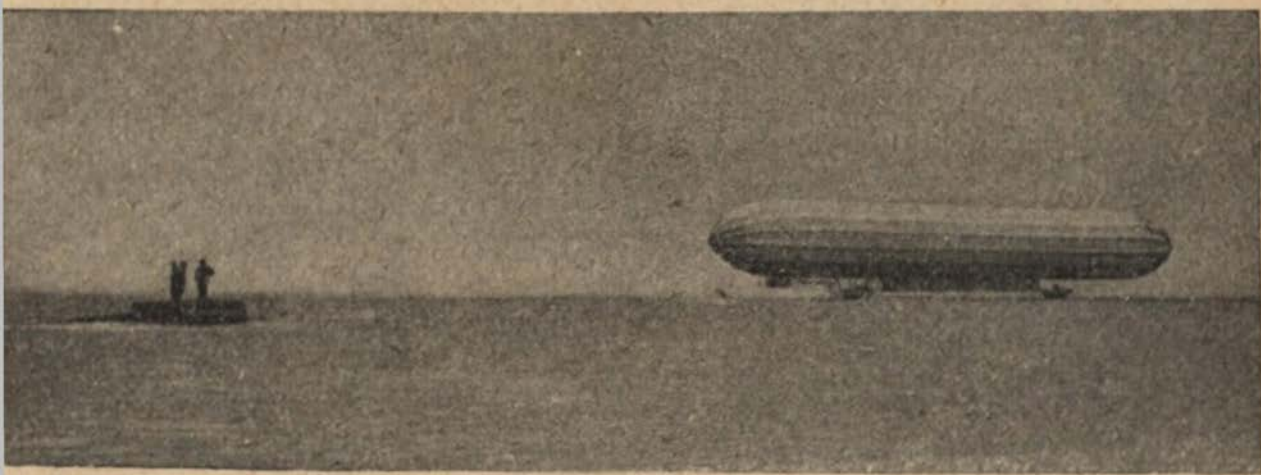
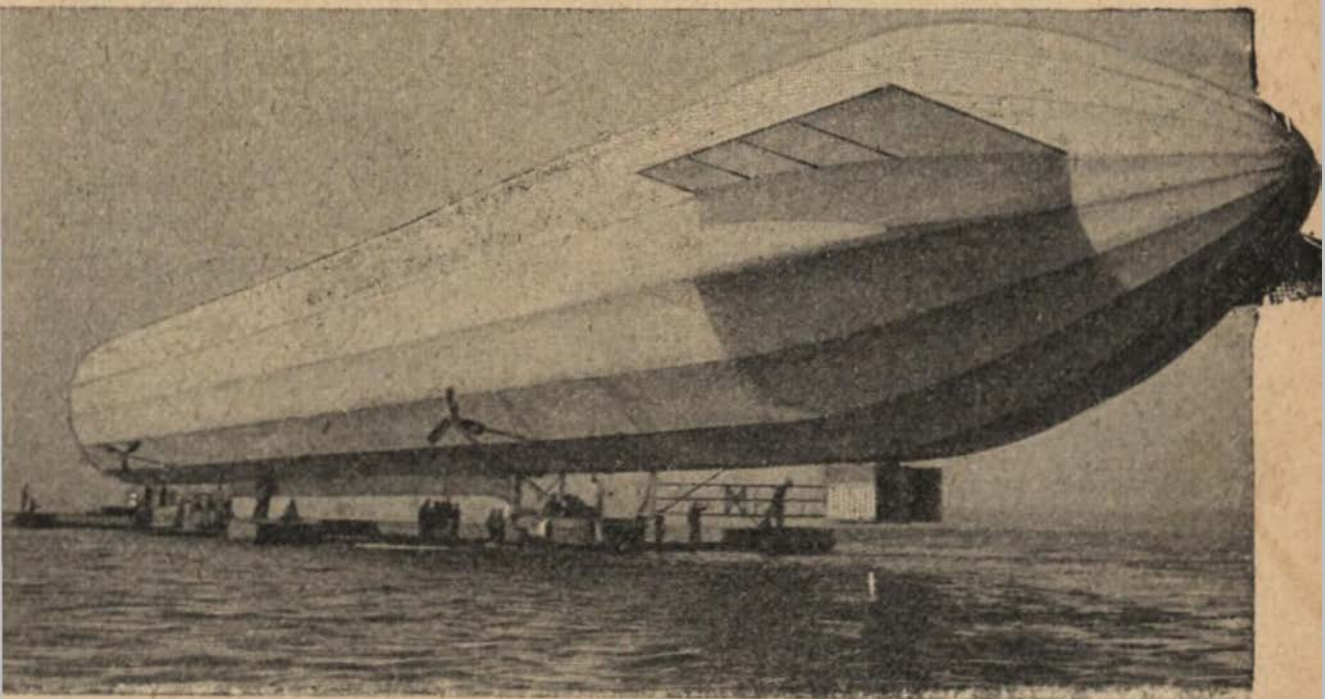
Dne 2. června 1900 zdařil se poprvé vzestup a balon těžký 10.500 *kg* dosáhl rychlosti 7·6 *m* za vteřinu a opsal několik křivek ve výši. Dráha jeho byla měřena trigonometricky. Vertikální kormidlo pracovalo při této rychlosti uspokojivě.

Po mnohých nesnázích podařilo se Zeppelinovi dokončiti r. 1905 nový zlepšený balon (obr. 6. a 7.). Kostra jeho byla provedena daleko pevněji ve tvaru šestnáctibokého hranolu délky 126 *m*, průměru 11·7 *m*, o obsahu plynu 10.396 *m*<sup>3</sup>. Loďky, plovoucí na vodě, vyzbrojeny byly každá motorem Mercedes 85 *HP*. Napřed i vzadu na balonu bylo umístěno kormidlo vertikální i horizontální, vzadu pak byly připojeny na těleso balonu čtyři stabilizační plochy. Motory poháněly 4 vrtule třílopatkové, umístěné jako dříve po stranách balonu. Loďky byly spojeny mezi sebou telefonicky. Mezi nimi byla napiata vertikální podélná stěna stabilizační, zamezující příčné kývání balonu a zkroucení kostry.

Celé vypravení balonu bylo provedeno s velikou péčí a ohromným nákladem. V Manzell na Bo-



damském jezeře postavena bouda, v níž spočíval balon na pontonech. Vytažení balonu z boudy, jež dělo se pravidelně za pomoci vlečného parníku,



Obr. 6. a 7. Zeppelinův balon na jezeře Bodamském.

bylo velmi obtížné. Stalo se, že byl balon při této operaci větrem vanoucím se strany zlomen nebo částečně do vody ponořen. Bezpečně mohlo býti provedeno vytažení jen tehdy, když vál vítr od předu. Manipulace



s tímto ohromným kolosem vyžadovala celé posádky dobře vycvičeného personálu a pečlivých příprav. Přes to mohly být plavby uskutečněny jen za klidného počasí bez katastrofy.

Zdokonalením detailních zařízení lze ovšem dosáhnouti částečných úspěchů, že však jimi není rozřešen problem, je-li podstatný princip stroje nesprávný, jest očividno.

Balony, jichž vznosná síla spočívá v rozdílu měrných vah vzduchu atmosférického a plynu obsaženého v balonu, mohou dosáhnouti při měrné váze vzduchu  $1\cdot29$ , vodíku  $0\cdot09$  a svítiplynu  $0\cdot55$ , vznášecí síly  $1\cdot2$  kg pro  $1\text{ m}^3$ , je-li balon naplněn vodíkem,  $0\cdot74$  kg, je-li naplněn svítiplynem.

Abychom zvedli těleso balonové, vyzbrojené motorem, vrtulemi, kormidly, různými mechanismy, i přítěží, jíž ani říditelný balon postrádati nesmí, je nutno, aby balon obsahoval tisíce krychlových metrů plynu. Balonu kulovému, kde obal je napětím vnitřních plynů stejnoměrně namáhán, není velikost tak na závalu, hůře jest u balonů říditelných různých forem, kde jedná se o stálé udržení původního tvaru balonu, a kde následkem toho nutna jsou, zvláště při velkých balonech, různá vyztužovací zařízení, jež opět mnoho váží.

S balonem velkým možno dosáhnouti lepších úspěchů, hlavně je-li balon vhodně prodloužen a správného tvaru, avšak i takto dospělo se z důvodů konstruktivních brzo hranice dokonalosti, kterou přestoupiti není již možno.

Chceme-li dosáhnouti rychlosti dvojnásobné, musí být síla vrtulí čtyřikrát tak velká, aby překonala odpor rostoucí se čtvercem rychlosti, a k překonání tohoto odporu musíme použítí motoru o výkonnosti osmkrát tak velké. Při tom však je nosná síla balonu



stále stejná. Zvětšíme-li obsah balonu, aby unesl těžší motor, zvětší se zároveň i jeho odpor a balon sám opět více váží. Poměry se až do jisté meze poněkud zlepší, tím obtížnější je však ovládnouti ohromné těleso balonu.

Dosud nebylo možno dosáhnouti ani rychlosti 13 *m* za vteřinu, jež je nutná, má-li se mluvit o plavbě vzduchem, proudícím pravidelně rychlostí 10 *m* ve vteřině.

Použitím tuhých systémů nabývá těleso balonu, jehož kostra je sama sebou značně těžká, rozměrů obrovitých. Vzestup i přistání takového ohromného tělesa je tak těžké, že na př. balon hraběte Zeppelina může se odvážit snést se jen na poddajnou hladinu vodní. Na suché zemi by se rozbil nebo zlomil.

Kulovému balonu nelze upřít velikou jeho přednost dosíci snadno vysokých vrstev vzduchových, a pro účely meteorologické a pozorovací zůstane mu asi vždy primát, nemůžeme však klásti naděje v balon říditelný, jehož říditelnost je ve skutečnosti nepatrná a velmi problematická, jenž je nebezpečný i svou fragilní konstrukcí i obsahem zápalným. Dnešním zájmům sportovním a vojenským snad hovějí, nestane se ale nikdy prostředkem dopravním — strojem, k němuž směřuje celé aeronautické hnutí.

### *Letadla dynamická.*

Velkého rozmachu nabývá za účasti tisíců nadšených pracovníků idea letu dynamického. Subtilní stroje aerodynamické, dosahující vznosné síly a postupné rychlosti výhradně vhodným zužitkovaním odporu vzduchu, jež klade tento každému tělesu, každé ploše v něm se pohybující, řešeny jsou dosud těmito způsoby:



Buď pohybuje se plocha skloněná o malý úhel ( $6-10^0$ ) k horizontální rovině vodorovně ku předu a proud vzduchu způsobuje reakci vertikálnou — to jsou t. zv. *aeroplany* — nebo pohyb této nakloněné plochy děje se v kruhu kolem svislé osy — *helikoptery* — anebo se použije konečně složitého pohybu ploch, plochy staví se v různých okamžicích do různých poloh, na př. klapky křídel mávajících, čímž se charakterisují *orthoptery*.

*Aeroplany*, v základní myšlence totožné s papírovým drakem, vyžadují určité horizontální rychlosti, jež musí býti stroji udělena, což se děje dosud téměř výhradně vrtulí. Vyžadují tedy aeroplany ku svému vzletu rozběh po zemi.

*Helikoptery*, jichž plochy nosné bývají upraveny jako plochy šroubové, dosahují vzletu přímo s místa, potřebují však ku svému pohybu horizontálnímu opět nějakého zařízení, nejčastěji ovšem zvláštních vrtulí.

*Orthoptery* dosahují nuceným pohybem ploch, jichž poloha se občasně mění, obojího efektu zároveň a stojí v tomto ohledu jaksí mezi oběma předchozími kategoriemi.

Hlavní tyto typy strojů mohou se však velmi různě kombinovati.

Veliká přednost aeroplanů je, že se zvětšováním postupné rychlosti nejen škodlivý odpor čtverečně zvětšuje, nýbrž i nosná síla čtverečně stoupá. Není tedy rychlost jejich tak omezena, jako je tomu u balonů, a umožňujíc zvětšením nosné síly též použití silnějšího motoru, dosahuje hodnot mnohokrátě větších. Dosud ovšem nedosáhly ani aeroplany rychlosti větší než asi 15—18 *m* ve vteřině jednak pro neekonomičnost motorické části stroje, jednak pro nebezpečí, kterému je vydán řidič zvláště při



strojích létajících dosud blízko při zemi, a strojích, jejichž stabilita není valná. U všech aeroplanů setkáváme se s plochami ne rovinnými, nýbrž ve formě ptačího křídla poněkud vyklenutými. Proud vzduchu stlačujícího se pod plochou vytvoří jakési sedlo, na jehož průhybu spočívá aeroplan. Správná křivka tohoto proudu vzduchu je podmínkou stability a ekonomie aeroplanu.

Řiditelnosti ve směru vertikálním a horizontálním dosahuje se u aeroplanů primitivními rovinnými kormidly.

Při vzestupu mění se energie pohybová na energii polohy, rychlosti při náhlém výstupu rychle ubude a musí být motorem nahrazena, při klesání mění se energie polohy v energii pohybovou a stroj, podléhající zákonům pádu po nakloněné rovině, nabývá, klesaje, rychlosti horizontální. Zda-li se záměna tato děje úsporně, t. j. s malými ztrátami energie, jest otázkou konstrukce stroje. Vlivem této záměny jsou možny i mnohametrové skoky vzduchem též i u aeroplanů, jež jinak stálého, dlouhého letu nejsou schopny. Vlastnosti této helikoptery úplně postrádají.

Umístění vrtulí hnacích (propulsorů) před nebo za hlavními nosnými plochami nerozhoduje, jsou-li spojeny s těmito pevně.

Rovnováhy dosahuje se jednak vhodným umístěním těžiště velmi blízko nosných ploch a téměř v centru odporů, aby nemohlo nastati kývání těžiště kolem nosných ploch co závěsu, jednak stabilizačními plochami daleko vzadu umístěnými, jež, vedeny jsouce proudem vzduchu, udržují aeroplan v poloze původně zaujaté. Též uspořádání ploch nosných nad sebou zvyšuje stabilitu stroje. Poruchy, vzniklé nepravidelností proudu vzduchového na jedné ploše, vyrovnány jsou plochami ostatními.



Že nakloněná plocha při určité horizontální rychlosti se zvednouti musí, vyplývá z jednoduchého známého fyzikálního principu. Sestrojení stroje praktického, života schopného, únosného, jenž musí ho-  
věti podmínkám dokonalé řiditelnosti, spolehlivosti, bezpečnosti, je dlouholetou prací experimentální i theoretickou mnoha pracovníků, jimž v brzké budoucnosti bude odměnou definitivní uskutečnění stroje velikého významu.

Průkopníkem experimentů s aeroplany byl *Otto Lilienthal*, jenž slétal s kuželovitého pahorku uměle naneseného se svými drakovitými aeroplany a proletěl dráhu 200—400 *m*. Rovnováhu udržoval jen pohyby svého těla, tedy jen změnou těžiště. Po nešťastném pádu, způsobeném náhlým nárazem větru, jenž převrátil přístroj a zavinil i smrt vzduchoplavcovu, nastalo dlouhé intermezzo v pokusech aeronautických. Významu nabyly pokusy prováděné systematicky v Americe Chanutem a bratřími Wrighty, ve Francii kapitánem Ferbrem, Archdeačonem, Delagrangem a mnohými jinými. Pokusné tyto aeroplany, postrádající motoru, sestavené podle vzoru *Hargraveových draků* hranolovitých, jevily se dosti stabilními. Sestávají pravidelně ze dvou příčných, úzkých ploch nad sebou položených a spojených spolu příčkami nebo vertikálními stěnami. Při aparátech *bratří Wrightů* ležel vzduchoplavec na spodní ploše nosné a pohyboval kormidlem výškovým vpředu a kormidlem svislým vzadu umístěným.

*O. Chanute* zavěsil se prostě rameny pod spodní plochou a měnil směr a sklon podobně jako *Lilienthal* změnou těžiště. Jeho přístroj byl opatřen vzadu kormidlem; nosné plochy vykazují velmi pěkné zakřivení, jehož použito pak při všech následujících aeroplanech.



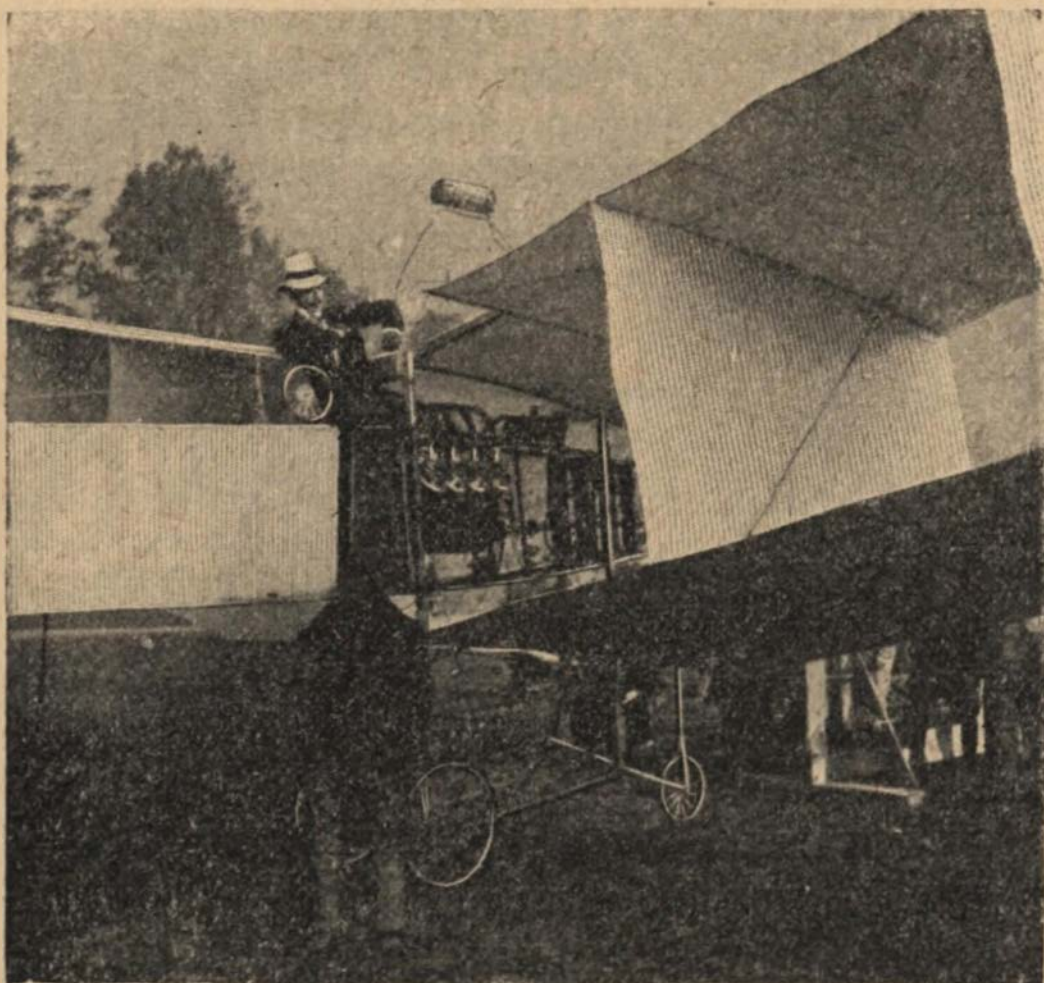
Ve Francii prováděny tyto pokusy se stroji shodnými s americkými, a sice *Archdeaconem* a setníkem *Ferbrem* na mořském pobřeží v Merlimont a později v Berk-sur-Mer. Na mírném svahu mořského pobřeží vypouštěny byly aparáty, zvednuté několika lidmi, proti mírnému větru od moře vanoucímu. Dráha proletěná, jež při určité váze a ploše stroje určuje jeho kvalitu, byla poměrně krátká. Přístroj snesl se v mírném úhlu k zemi. Náraz při přistání tlumen byl silnou vrstvou pobřežního jemného písku. V městě Berk-sur-Mer zalíbily se pokusy aeronautické občanům tak, že založen byl později k pěstování těchto pokusů spolek, zvaný „l'Aéroplane Berkois“.

Na krátkém letu aeroplanu nemohla však býti jeho rovnováha dobře studována. Bylo potřebí, aby se aeroplan vznášel delší dobu, aspoň několik minut ve vzduchu. Proto opuštěny byly průpravné pokusy na pobřeží, a Archdeacon dal si postaviti nový stroj o větších plochách nosných, opatřený plochami stabilisačními, jenž byl namontován na lehkých plovácích. Tento přístroj dosáhl dosti pěkných výsledků. Pokusy konaly se v letech 1905—6 zprvu na Seině, později na jezeře Ženevském. Motorovým člunem tažen byl stroj spočívající na hladině vodní, a nabyv nutné rychlosti horizontální, vznesl se do výše. Let trval poměrně velmi dlouho, někdy až 10 minut. Rovnováha aeroplanu mohla býti zcela dobře studována a vyzkoušena. Těmito dlouhými a pracnými pokusy ustálil se názor o možnosti a praktickém významu aeroplanu, o jeho přednostech a vadách, a mohlo býti přikročeno k umístění motoru a vrtulí na stroj.

Aeroplany, jež byly dosti stabilní, uvázány a taženy jsouce motorovou lodicí, staly se úplně ne-



stabilními, jakmile byl na nich umístěn motor, a když síla, dříve stálého směru, nahrazena byla vrtulí. Mohouce nyní zaujati libovolnou polohu v prostoru, aeroplany vyžadovaly přesného vyvážení, správné polohy těžiště a hbitého, zručného manevrování, což na vodě nebylo lze provésti. Mimo to stal se každý

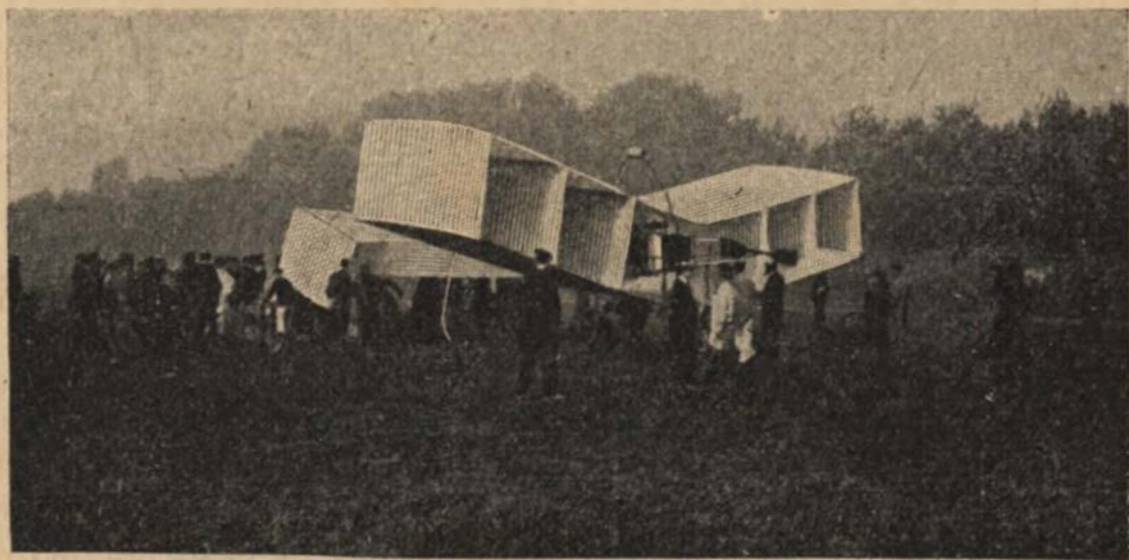


Obr. 8. Pohled na střední část letadla Santos-Dumontova.

nedosti šťastný pád nepříjemným pro stálé nebezpečí utonutí. Proto tento způsob experimentování byl opuštěn a aeroplany byly opatřeny koly, obyčejně bicyklovými. První aeroplan tohoto druhu dal si zhotoviti *Santos-Dumont* u firmy „bratří Voisin“ v Billancourtu u Paříže. Komorový tento aeroplan (obr. 8., 9.) měl napředu na dlouhém jakémsi krku kormidlo též tvaru



hranolového, určené k řízení výšky i k provádění zatáček, jež bylo proto zařízeno tak, aby se dalo všemi směry skláněti. Vrtule, přímo spojená s motorem, umístěna byla hned za nosnými plochami a konala v minutě 900—1000 obrátek. Nosná plocha přístroje byla  $52\text{ m}^2$ . Na vnějších krajích byla umístěna pomocná kormidla svislá, jež se nechala k vodorovné rovině libovolně skláněti. Použití jejich bylo však ve skutečnosti illusorní. Stroj, postavený na třech kolech



Obr. 9. Pohled na letadlo Santos-Dumontovo od zadu.

bicyklových a poháněný vrtulí a osmiválcovým motorem „Antoinette“ o 50 *HP*, rozjel se po rovině, a dosáhnuv jisté rychlosti (asi 12—15 *m*), vznesl se. Zručností vzduchoplavcovou prodlužovány byly stále lety zprvu krátké, až dosáhly délky 50 *m*. To znamenalo již veliký úspěch, jenž nabádal k další činnosti. Zručným řízením kormidla dala se udržeti stabilita a tím se mohlo dosáhnouti i větší délky letu. Aeroplan Santos-Dumontův prodělal celou řadu nehod dosti vážných, jež však vyváženy byly úplně úspěchem dosaženým dne 12. listopadu 1906 na louce



Bagatelle, kdy Santos-Dumont získal cenu francouzského aeroklubu v obnosu 1500 franků, vypsanou na prolétnutí nejméně 100 metrů ve vzduchu dynamickým letadlem. Den tohoto vítězství byl slavný pro všechny nadšené pracovníky-aeronauty a významný tím, že vzbudil důvěru v aeroplany, přesvědčil o možnosti dynamického letu a povzbudil mnoho jiných k intenzivní slibné práci.

Velmi nesnadné udržení rovnováhy hlavně ve směru podélném nutilo umístiti kormidlo hranolovité vzadu a vrtuli před plochami nosnými. Aby nový aeroplan Santos-Dumontův mohl dosáhnouti větší rychlosti, byl opatřen jen jedním kolem jednak pro zmenšení tření, jednak pro naklánění při rozběhu. Plochy jeho o rozpětí 11 *m*, 1·1 *m* nad sebou položené, byly mnohem užší než u aeroplanu předešlého, měřily pouze 0·6 *m*, aby zmenšeno bylo tření o vzduch. Celková nosná plocha byla 16·32 *m*<sup>2</sup>. Potah látkový byl nahrazen dřevěnými pláty 0·3 *mm* tloušťky, což mělo míti ten účel, aby plochy nezměnily svého tvaru a neprohýbaly se proudem vzduchu. Přes tato dobrá zařízení konstruktivní nedosáhl však tento druhý stroj žádného úspěchu, jednak pro svoji malou nosnou plochu, jednak nedostatkem rovnováhy. Santos-Dumont zanechal pak těchto pokusů a dal si zhotoviti přístroj systému smíšeného, odlehčený malým balonem.

Současně pracoval *Blériot* cestou zcela neodvislou. Roku 1900 sestrojil první létací stroj, jehož křídla, mající podobu křídel hmyzu, pohybována byla motorem na kyselinu uhličitou. Nedosáhl však ani vznosné síly, ani pohybu kupředu. Roku 1905, kdy již horlivě prováděly se pokusy s aeroplany, chopil se *Blériot* znovu díla, zhotovil stroj podstatně odlišný formou od hranolovitých

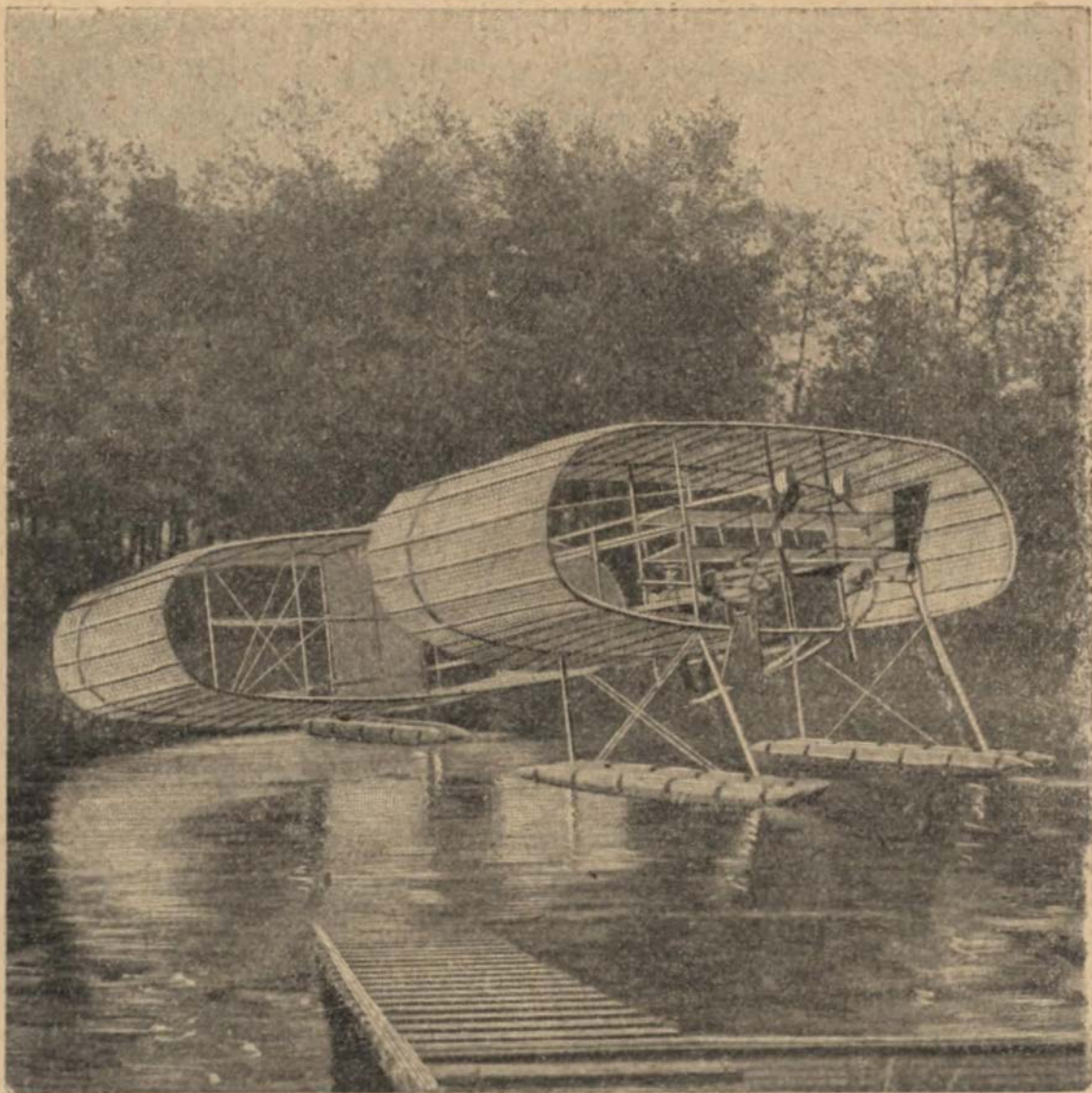


aeroplanů a s tímto strojem sůčastnil se spolu s Archdeaconem pokusů na řece Seině. Nosné plochy tohoto letadla, jakož i zadní stabilisační plochy byly elliptické, podle proudu vzduchu mírně ze spodu vyklenuté. Stroj, tažený člunem „Antoinette“, měl velmi pěknou stabilitu podélnou, chyběla mu však příčná, což zavinilo i pád aeroplanu, a Blériot by se byl málem utopil. Ve společnosti s Voisinem, jenž prováděl u firmy Surcouf stavbu tohoto stroje, sestrojil Blériot stroj nový. Elliptické stabilisační plochy byly ponechány, nosné plochy byly však nahrazeny hranolovitými. Dvě vrtule o průměru 2 *m* umístěny za plochami nosnými, poháněny jsouce dvěma motory „Antoinette“ o 24 *HP*, a konaly 600 obrátek. Povrch nosných ploch byl 47 *m*<sup>2</sup>, povrch ploch elliptických asi 26 *m*<sup>2</sup>. Váha stroje byla 430 *kg*. Pokusy dály se na jezeře Enghienenském (obr. 10.). Aeroplan zvedl se snadno s hladiny vodní, a rychlost dosažená vlastními vrtulemi byla též uspokojivá, asi 30 *km* za hodinu. Rovněž zprvu obávané přistání mělo hladký průběh, a poněvadž nebylo se obávat, že by se aeroplan přistáním na pevné zemi rozbil, byl pro snazší experimentování opatřen koly. Na louce Bagatelle, právě téhož dne, kdy Santos-Dumont získal cenu aeroklubu, stižen byl však aeroplan vinou prý mechanika vážnou nehodou a pokusy byly prozatím přerušeny.

Další aeroplan Blériotův (obr. 11.) byl zcela odlišný od předchozích, jednoplochý, s křídly poněkud podobnými křídly vznášejícího se ptáka, na koncích dozadu vyhnutými a na okrajích vzhůru vyklenutými, aby se umožnilo unikání vzduchu po stranách nahoru a přispělo se k udržení rovnováhy stroje. Aeroplan byl potažen pergamenovým papírem velmi pevným a lehkým, jenž mimo to vykazuje i koeffi-



cient tření o vzduch daleko menší, než je tomu u látky. Plocha byla jen  $13\text{ m}^2$  a motor „Antoinette“ o výkonnosti 24 *HP*. Tažná síla vrtule při 1300 obrátek byla 80 *kg*. Kormidlo stroje bylo umístěno na



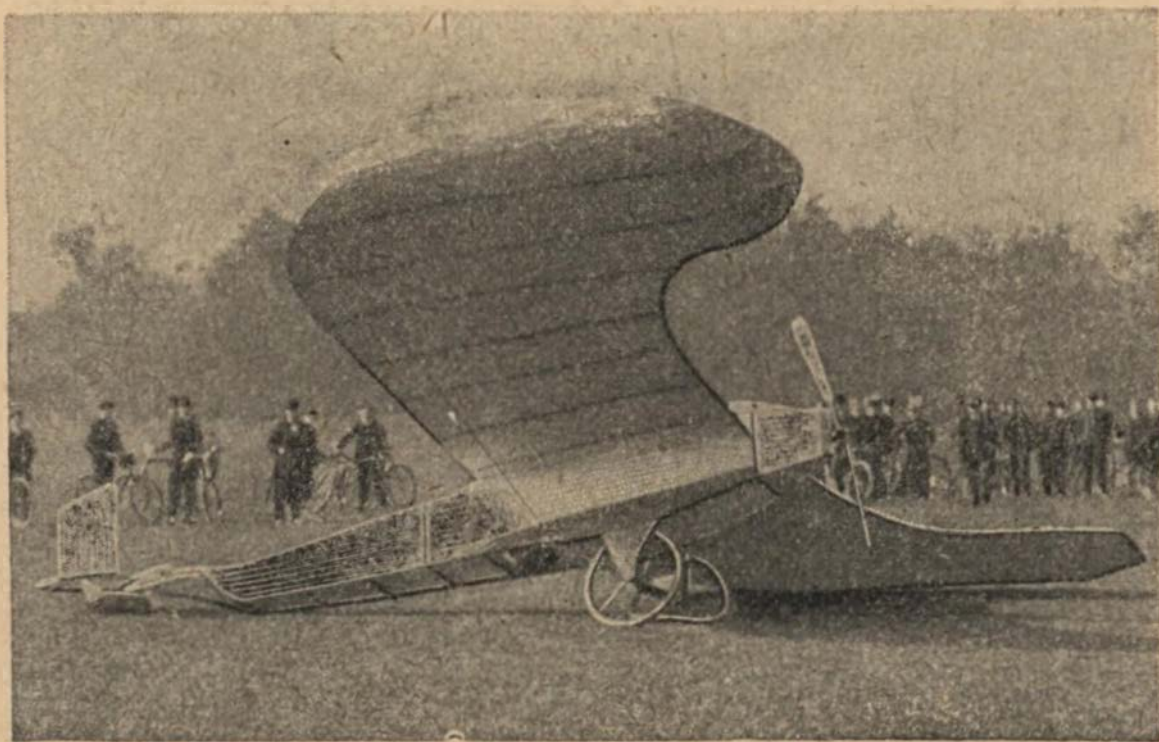
Obr. 10. Pokusy Blériotovy na jezeře Enghienkém.

jakémsi krku na předku stroje. Ani tento aeroplan nedodělal se žádného úspěchu a hned první pokusy ukázaly jeho nedostatečnost.

Pronásledován ustavičnými nezdary, opustil Blériot oba tyto systémy a zbudoval nový stroj podle typu Langleyova (obr. 12.). Z počátku nebylo možno



dosáhnouti žádané rychlosti, aby se aeroplan vznesl, poněvadž vrtule průměru  $1\cdot8\text{ m}$  o stoupání  $1\cdot4\text{ m}$  pracovaly neekonomicky. Teprve zmenšením stoupání vrtule na  $0\cdot9\text{ m}$  zvýšen byl jejich efekt tak, že se aeroplan vznesl. Po té následovala již řada zdařilých letů, při nichž aeroplan vystoupil až do výše  $25\text{ m}$ , čehož do nedávna nebylo dosaženo. Bylo však nutno přemístiti těžiště poněkud kupředu, aby přední plochy byly



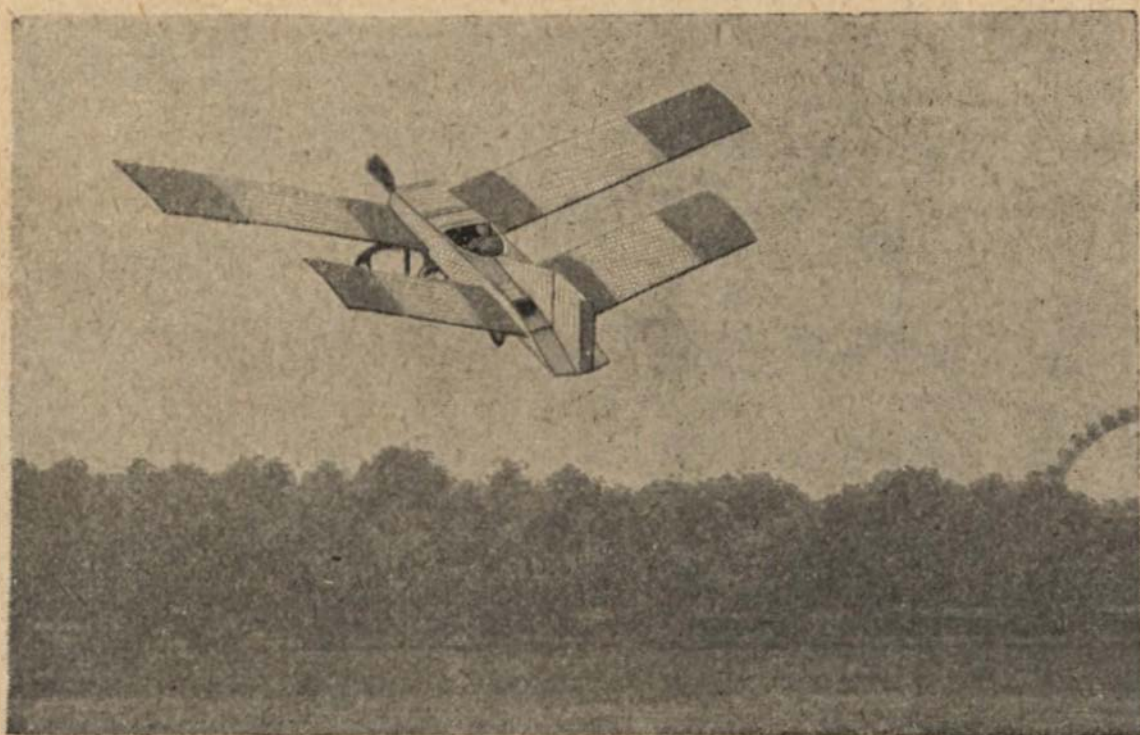
Obr. 11. Špatné přistání ptákovitého letadla Blériotova.

více zatíženy. Aby mohla býti poloha těžiště regulována za letu, upravil Blériot sedadlo pohyblivě na válečkách. Změna polohy těžiště měla tak velký vliv, že nebylo nutno užítí žádného zvláštního kormidla výškového. Příliš citlivé a choulostivé regulování výšky mělo však ten neblahý následek, že aeroplan, uletěv zprvu při jednom pokusu dráhu asi  $150\text{ m}$ , srazil se s výše  $12\text{ m}$  střemhlav dolů. Blériot



byl zraněn a aeroplan se rozbil; pouze motor zůstal nedoknut.

Zcela neodvisle od ostatních pracoval *Samuel Pierpont Langley*, professor astronomie a fyziky na universitě v Pennsylvanii, vydav zprvu pěkné theoretické práce o aerodynamice. Roku 1891 věnoval se praktickým pokusům se svými originálními létacími stroji, jichž podstatnou známkou jsou dvojce



Obr. 12. Let Blériotova aeroplanu č. 6.

nosné plochy za sebou umístěné. Vrtule pracují pravidelně po obou stranách ložky mezi těmito plochami. Langley zhotovil zprvu 6 modelů tohoto typu. První čtyři vůbec nelétaly. Pátý a šestý letěly výtečně až na dálku 1 km, nesnáze však působilo, že musily býti úplně správně vypouštěny, což se zdařilo jen zřídka. Povzbuzen těmito úspěchy, jež získaly mu slavné jméno, odhodlal se Langley postavit stroj ve skutečné velikosti, aby unesl člověka. Za účasti vo-



jenských kruhů, obdržev subvenci 250.000 franků, postavil Langley po pětileté práci první stroj o váze 377 kg (s řidičem), nosném povrchu  $97\text{ m}^2$ , s motorem pětiválcovým o výkonnosti 52 HP, vážícím jen asi 55 kg. Na řece Potomaku postavena na pontonech velká bouda, jejíž hořejší podlaha zařízena byla pro vypouštění stroje. Dne 7. října a 8. prosince 1903 vypuštěn byl létací stroj Langleyův, ale oba vzlety následkem chybného vypouštění skončily nešťastně. Řidič sřítíl se pokaždé i se strojem téměř střemhlav do řeky a stěží byl zachráněn od utonutí. Vojenské kruhy odepřely finanční podporu dalších pokusů a professor Langley, zachvácen byv později lehkou paralysou, zemřel, nedočkav se slávy ani uznání, ačkoliv jeho stroj byl první s motorickou, hybnou silou a v základní myšlence byl shodný se stroji pozdějšími, jež pracovaly zcela dobře.

Velmi zajímavý jest *aeroplan Vuiův* svojí originalností. Jediná nosná plocha podoby netopýřích křídel dá se odmontovati a složiti pro pohodlí při transportu. Solidní kostra z ocelových trub tvoří součást čtyřkolového malého vozíku s bicyklovými koly. Přední kola dají se natáčet jako u vozu. Blízko pod plochou nosnou je vrtule přímo spojená s motorem na kyselinu uhličitou. Motor je tvaru parních motorů typu „Serpolet“, kyselinu uhličitou dodává ocelová bomba, jejíž obsah stačí při plné výkonnosti 25 HP po dobu 5 minut. Zvláštním přehřívacem dosáhne se libovolného napětí plynu a výkonnosti motoru. Plocha nosná spolu s vrtulí i motorem dá se poněkud nahoru a dolů nakláněti a nahrazuje tak kormidlo výškové. Celý stroj váží 245 kg, nosná plocha jeho je  $20\text{ m}^2$ , průměr vrtule  $2\cdot2\text{ m}$  a stoupání  $2\cdot35\text{ m}$ .

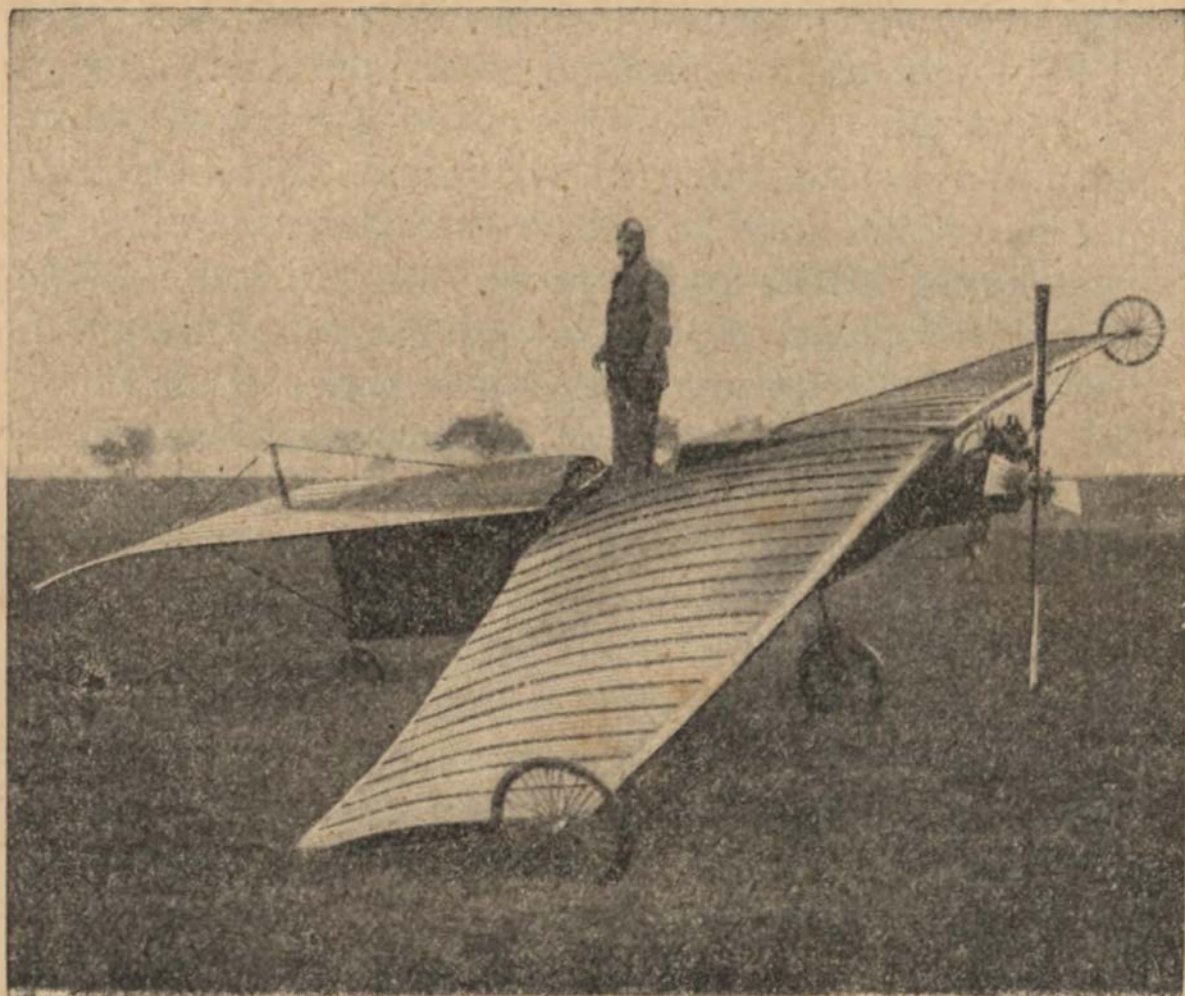


Aeroplan, umístěný v Montessonu blíže Sartrouville, stanoviště říditelného balonu „La Ville de Paris“, docílil z počátku velmi krátkých skokům se podobajících vzletů, později po změnách na motoru a na ploše stabilisační, připevněné za nosnou plochou, dosáhl i delšího letu asi 40 *m*. Hlavní nesnází při pokusech byl nedostatek spolehlivý motor. Obvykle v důležitém okamžiku selhal anebo vykazoval výkonnost jen poloviční, než bylo předpokládáno, a musil být proto nahrazen benzinovým motorem „Antoinette“. Stabilita stroje, pokud o ní můžeme při krátkých letech uvažovati, zdála se dosti dobrou. Na veliký úspěch aeroplan tento nemá však naději.

Aeronautické práce dánského inženýra *Ellehammera* datují se teprve od r. 1905. První jeho letadlo, o plochách poněkud podobných Vuičovým, nevznoslo se pro svoji velkou váhu 275 *kg*. Tríválcový jeho motor o 9 *HP* vážil 163 *kg*. Druhý aeroplan měl dvě plochy nad sebou postavené, pětiválcový motor chlazený vzduchem vážil jen 34 *kg* a vykazoval 30 *HP*; vážil tedy jen 113 *kg* pro 1 *HP*. Váha celého stroje byla jen 125 *kg*. Takto upravený aeroplan se již vznesl. Povzbuzen tímto úspěchem, přidal Ellehammer ještě jednu plochu nad stávající dvě, čímž byla zvětšena nosná splocha na 37 *m*<sup>2</sup>. Při celkové váze stroje i s člověkem 205 *kg* byl zatížen tedy 5.54 *kg* na 1 *m*<sup>2</sup> nosné plochy. Vrtule umístěná ve výši nosných ploch, tedy přímo v působišti odporu vzduchu, koná v minutě 900 obrátek. Těžiště jest 1.5 *m* pod centrem tohoto odporu. Zadní kormidlo pracuje automaticky a jeho princip je dosud přísně udržován v tajnosti. S tímto aeroplanem provedl Ellehammer asi 200 letů u Kodaně. Nejdelší z nich, 14. ledna 1908, byl 174 *m*.



Hlavní, co přispívá k úspěchu, jest použití více nosných ploch nad sebou. Proud vzduchu, jenž si vytvoří mezi plochami konstantní dráhu, dosahuje jakési stability a vrtule, udržovaná ve správné, stále stejné poloze, může pracovat ekonomicky.



{Obr. 13. Jednoplachý aeroplan R. Esnault-Pelterie.

Ellehammer tvrdí, že ještě dříve než získal Santos-Dumont cenu aeroklubu, proletěl dráhu 100<sup>m</sup> ve vzduchu. Let však nebyl ani oficielně, ani svědky zjištěn.

Na podzim r. 1907 byly podniknuty první pokusy s jednoplachým aeroplanem Roberta Esnault-Pelterie, význačným některými zvláštními detaily (obr. 13.).



Na předním konci dlouhé loďky jest vrtule, poháněná sedmiválcovým motorem o 30 *HP*, jehož válce jsou vějířovitě uspořádány. Explose se střídají vždy za  $\frac{2}{7}$  otáčky. Motor chlazený vzduchem váží jen 52 *kg*. Plochy nosné mají v půdorysu tvar lichoběžníku, jsouce připevněny širší stranou k loďce. Rozpětí je 9·6 *m*, celková nosná plocha 18 *m*<sup>2</sup>. Kormidlo je jednoploché, horizontální, vzadu umístěné a lze je ve všech směrech nakláněti; zastupuje tak obyčejné kormidlo horizontální a vertikální. Celý stroj je nesen dvěma koly za sebou umístěnými, mimo to jsou konce křídel opatřeny též malými koly, takže aeroplan rozjede se poněkud nakloněn buď na pravo nebo na levo, a dotkne-li se při letu konec křídla země, což se hlavně v zatáčkách snadno stane, nerozbije se křídlo. Váha celého stroje je 230 *kg*, k tomu dlužno přičísti ještě 75 *kg* pro člověka.

Aeroplan fungoval velmi dobře. Proletěl dráhu 150 *m*, zatočil se libovolně v křivce *S*, což je důkazem velmi dobrého působení kormidla. Pohyby aeroplanu tohoto jsou následkem malé nosné plochy velmi rychlé, i rychlost postupná je značná, závisíc na měrném zatížení nosných ploch, jež činí v tomto případě téměř 17 *kg* na 1 *m*<sup>2</sup>.

Řízení stroje vyžaduje, následkem jeho příliš rychlých pohybů, veliké zručnosti a každý chybný manévř kormidlem je příčinou ztráty rovnováhy a pádu, neb aspoň nepříjemného, tvrdého nárazu. Podle zprávy ze dne 20. června vzlétl aeroplan tento do výšky 40 *m* za letu délky 1500 *m*; sestup byl však příliš náhlý a Esnault-Pelterie byl značně zraněn.

Tvarem ploch k tomuto velmi podobný je aeroplan *Gastambide-Mengin*, jenž podnikl první let dne 8. února 1908. Nosná plocha je 24 *m*<sup>2</sup>, váha stroje



350 kg i s člověkem. Vrtule 2 m v průměru, mající stoupání 1·3 m, je pohybována motorem „Antoinette“ o výkonnosti 50 HP a dosáhne se jí horizontální rychlosti 16 m za vteřinu, při kteréžto rychlosti se aeroplan vznese. Aeroplan tento doletěl dále než 150 m, vystoupiv do výše 6 až 7 m. Chtěje se vyhnouti stromu, pohnul mechanik řídící aeroplan při jednom letu na louce Bagatelle rychle kormidlem, což přivedlo aeroplan z rovnováhy a mělo za následek pád.

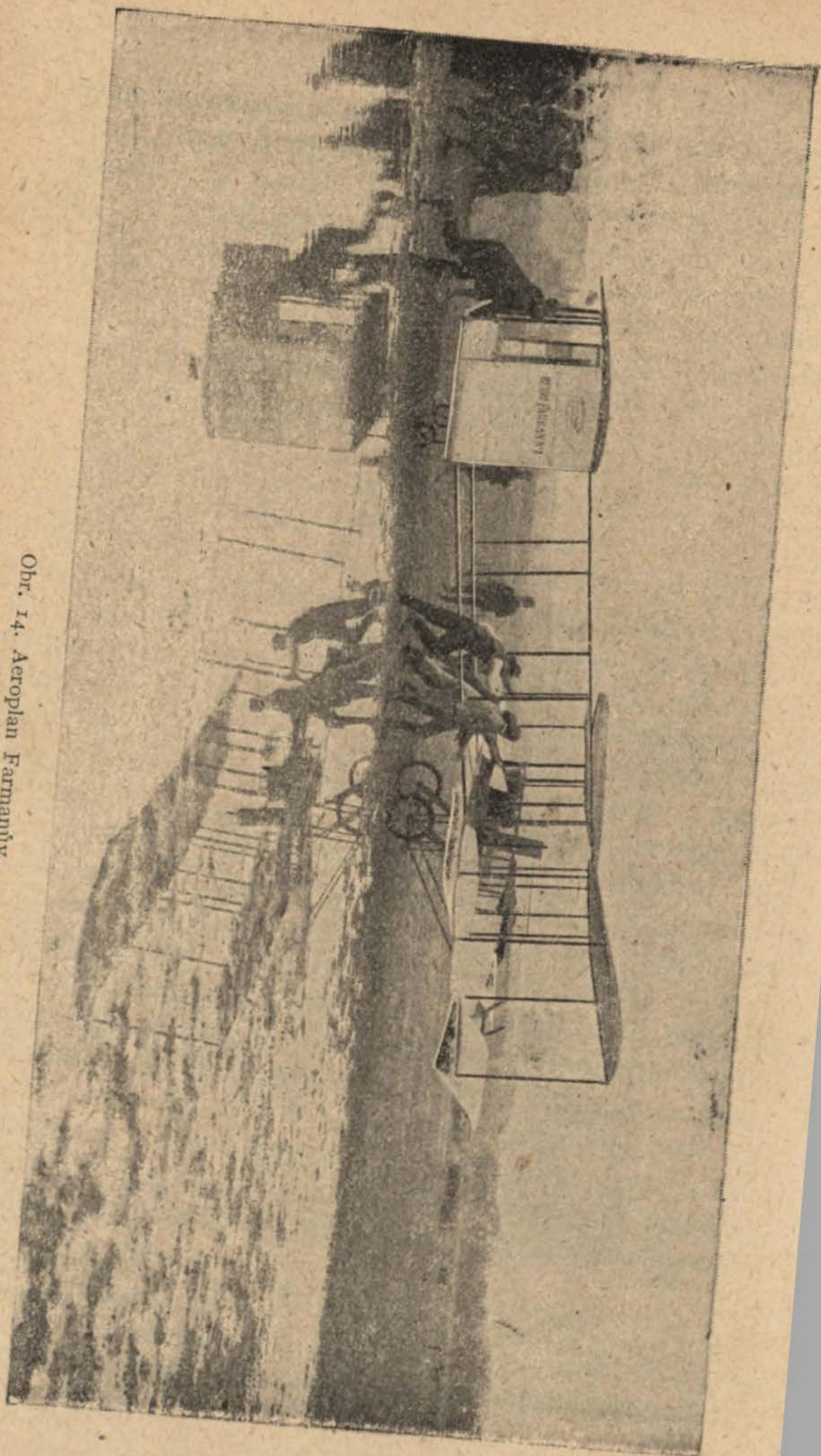
Tyto aeroplany o jednoduché ploše nosné vyznačují se rychlými sice pohyby, pokud se týče však stability, nemohou závoditi se stroji komorovými.

Nadšen pozoruhodnými výsledky aeroplanu Santos-Dumontova, počal se zabývati malíř *Henri Farman*, rodem Angličan usedlý ve Francii, pokusy aeronautickými. Zhotovil zprvu několik modelů, s nimiž zkoušel planování a to jednak v místnosti uzavřené, jednak též pod širým nebem. Změniv mnohé na modelech, dospěl konečně k modelu, jenž snesl se s pahorku asi 80 m vysokého blíže Vernonu, aniž se překotil. Tento důkaz stability modelu stačil Farmanovi, aby se rozhodl podle tohoto vzoru postavit stroj ve velkém měřítku. Stroj tento byl zkonstruován a postaven v odborném závodu bratří Voisinů. Voisinové měli dříve závod spolu s Blériotem, později zařídili se sami v Bilancourtu výhradně pro výrobu létacích strojů. Z dílny jejich vyšly stroje, jež dosáhly nejlepšího zdaru. Rozpětí nosných ploch původního Farmanova aeroplanu měřilo 10·2 m\*) (obr. 14.). Plochy byly široké

---

\*) Podle jiných zpráv 12 m. Údaje o moderních letadlech se v literatuře mnohdy velmi liší. Příčinou toho je jednak, že rozměry letadel jsou často známy pouze z ústního podání, jednak, že letadla jsou velmi často pozmě-





Obt. 14. Aeroplan Farmaniv.



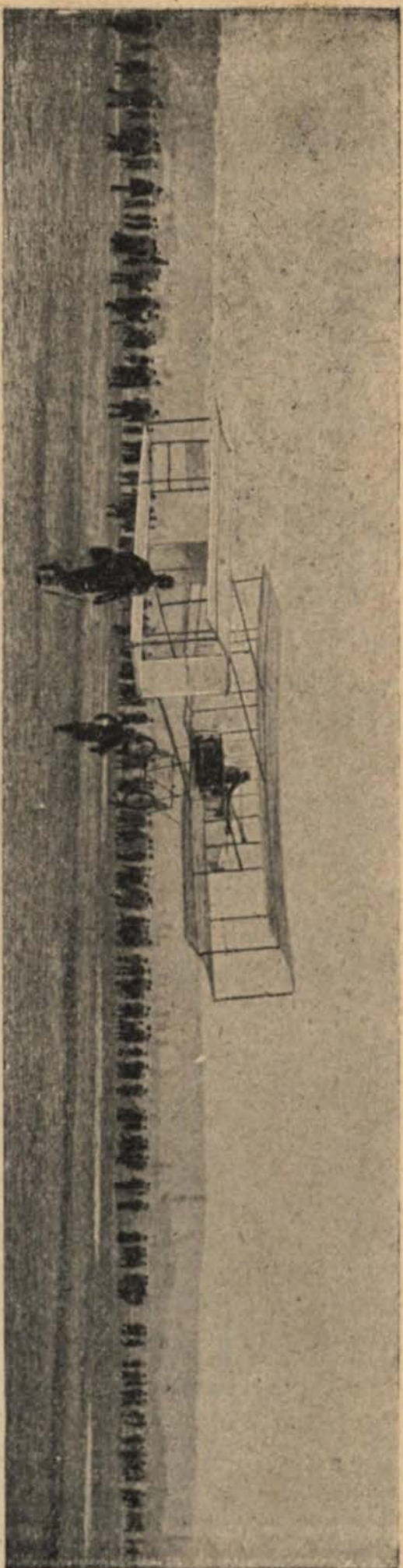
2 *m* a byly 1·5 *m* nad sebou postaveny. Spojeny byly spolu kolmými dřevěnými tyčemi. Ve vzdálenosti 4·5 *m* za hlavními plochami byly plochy stabilizační o 6 *m* rozpětí téhož tvaru, jako plochy hlavní. Kostra ploch, zhotovená z jasanového dřeva, byla vyztužena příčnými dráty ocelovými se šroubovými spojkami, aby se dala podle potřeby stáhnouti a napiati, a tvořila tudíž velmi dobře vyztužený, pevný celek. Benzinový motor známky Antoinette o 50 *HP*, na spodní ploše za sedadlem umístěný, poháněl přímo vrtuli průměru 2·1 *m* o stoupání 1·1 *m*. Přední kola nesoucí hlavní plochy opatřena byla silným, zpružinovým ústrojím, jež umožnilo pozvolné zvedání stroje při vzletu. Přední kormidlo výškové i zadní vertikální spojena byla šňůrami s řídicím podobným automobilovému, jež mělo však tu vlastnost, že se dalo nakláněti dopředu a dozadu. Otáčení kolečka mělo vliv na vertikální kormidlo a zatáčelo stroj, naklánění tyče s kolečkem mělo za následek změnu polohy výškového kormidla a tedy i klesání neb stoupání aeroplanu. Váha stroje i s člověkem byla asi 500 *kg*.

Nutno bylo mnoho změnit na stroji samém, než bylo po pracných a namahavých pokusech dosaženo vzletu. Práce Farmanova odměněna byla však brzo úspěchem. Již při prvním vzletu ukázal se býti aeroplan velmi stabilním a tato okolnost i obdivuhodná zručnost a chladnokrevnost Farmanova přispěly nemálo k tomu, že mohly být vzlety ustavičně prodlužovány (obr. 15.). V říjnu r. 1907 proletěl Farman dráhu asi 300 *m*, čímž překonal rekord Santos-Dumontův. Brzo na to dne 26. října

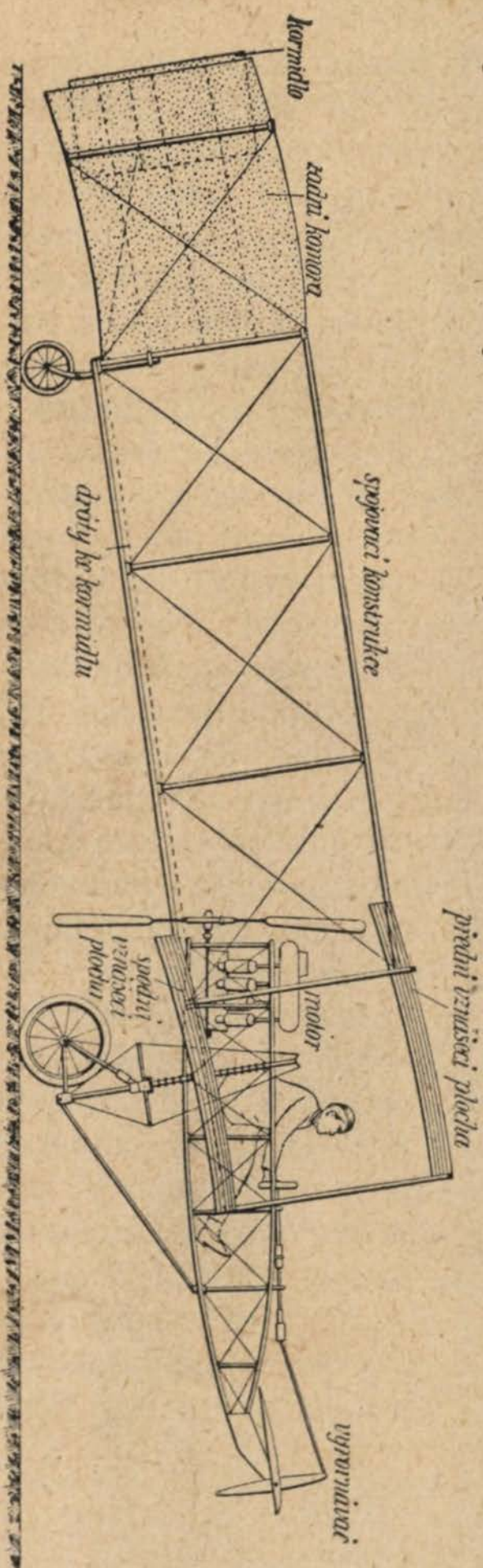
---

ňována. V oficiálním časopisu francouzském „L' aéroplane“, který byl podkladem tomuto článku, vyskytují se i o letadlech francouzských údaje nestejně.





Obr. 15. Let Farmanova aeroplanu na cvičišti Issy-les-Moulineaux.



Obr. 16. Schema aeroplanu Delagrangeova.



komisse francouzského aeroklubu měla příležitost konstatovati let délky 770 *m*.

Dne 13. ledna 1908 proletěl Farman na vojenském cvičišti v Issy-les-Moulineaux za přítomnosti členů francouzského aeroklubu dráhu více než 1 *km* ve smyčce, začož přisouzena mu cena Deutsch-Archdeaconova v obnosu 50.000 franků. Aeroplan Farmanův, jenž získal tuto cenu, lišil se poněkud od původního. Přední nosné plochy, jež byly nad sebou ve vzdálenosti 1·5 *m*, měly 10 *m* rozpětí a 2 *m* šířky. Zadní dvě plochy, opět 1·5 *m* nad sebou, byly 4 *m* za předními, jejich rozpětí měřilo 2·7 *m* a šířka 2 *m*. Vrtule měla průměr 2·3 *m* a stoupání 1·4 *m*. Letadlo vážilo 530 *kg*.) Nadšení přítomných diváků bylo ohromné. Nebyl to již jen skok, jen okamžitá záměna pohybové energie na energii výšky, nýbrž skutečný, více než celou minutu trvající let, jenž působil dojmem naprosto přesvědčivým a dokázal bezpečně, čeho můžeme očekávati od aeroplanů. Konstruktérům dána jest dobrá direktiva a pro příště není již nutno prováděti zbytečně celou řadu experimentů. Rozměry aeroplanu, váha přípustná, měrné zatížení nosné plochy, nutná výkonnost motoru, tažná síla vrtule atd. jsou, byť i ne ještě vědecky, aspoň přibližně pokusy stanoveny a lze bezpečně udati o novém kterémkoliv aeroplanu určité váhy, plochy, síly vrtulí, atd., vznese-li se.

Současně s Farmanem získal v poslední době v aeronautice slavného jména sochař *Léon Delagrance*. Delagrance zabýval se již řadu let pokusy aeronautickými, účastnil se pokusů s aeroplany bez

---

\*) Údaje tyto jsou z továrny „Frères Voisin“ v Billancourt.



motorů, později postavil komorový aeroplan, s nímž provedl množství pokusů a zažil též různých nehod. Aeroplan jeho byl jen málo odlišný od aeroplanu Farmanova a konstruován též firmou „Frères Voisin“ jako aeroplan Farmanův. Následkem toho, že byl aeroplan, jehož stabilita nebyla dosti přesná, konstruován příliš lehce, podlehl četným nárazům při pádu, jímž mnohdy dosti zdařilý let končil. Po úspěchu Farmanově dal si Delagrange zhotoviti aeroplan téměř totožný s Farmanovým opět u bratrů Voisinů (obr. 16.). Pokusy děly se v březnu r. 1908. Aeroplan fungoval výtečně. Dne 17. března proletěl dráhu 200 metrů, 20. března dosáhl již letu 700 *m*. Dne 21. března obletěl Farman, jenž současně experimentoval na cvičišti v Issy-les-Moulineaux, téměř třikráte kruhovou dráhu o celkové délce 2004·8 *m*, jež byla členy aeroklubu oficielně uznána. Téhož dne uletěl Delagrange v kruhu délku 1.500 *m*. Večer létěli Delagrange spolu s Farmanem na Delagrangeově aeroplanu, jenž bez jakékoli poruchy při přistání snesl toto nadměrné zatížení.

Leč i tyto úspěchy překonány byly daleko dne 11. dubna 1908 letem Delagrangeovým délky 10 *km*, který trval téměř celých 10 minut.

Přes velkou poměrně stabilitu všechny tyto aeroplany, nevyjímaje ani Farmanův a Delagrangeův, vyžadují velmi zručného a rychlého řízení, každý chybný pohyb kormidla ruší rovnováhu stroje a je potom velmi nesnadno, ne-li nemožno, přivésti aeroplan do původní správné polohy. Ruší-li rovnováhu stroje nepravidelný vítr, opírající se o velké nosné plochy, je těžko působiti poměrně malým kormidlem proti tomuto účinku a nestačí zajisté lidská síla, aby kormidlo mohlo budit reakci proti silám působícím na hlavní nosné plochy.



Rovnováha aeroplanů je relativní vzhledem k obklopujícímu vzduchu a závislá od směru a rychlosti proudu vzduchu. Orientace na aeroplanu je značně nesnadná, zvláště ve větších výškách, kdy jest aeroplan vzdálen od předmětů okolních. Pomýšlelo se na to, sestrojiti zvláštní přístroje udávající ustavičně polohu aeroplanu, leč takový přístroj zaujal by pozornost vzduchoplavcovu a spíše by ještě orientaci stížil.

Je-li podmínkou, aby kdokoliv mohl na aeroplanu létat, je nutna absolutní stabilita aeroplanu, jenž musí svoji polohu zachovati automaticky, stabilita vzhledem k prostoru, a nejen vzhledem k obklopujícímu jej vzduchu. I v tomto směru bylo již pracováno. Navrhováno bylo pojistiti stabilitu gyroskopy, leč tyto zvětší značně váhu aeroplanu, se kterou dosud nutno velmi šetřiti.

*Aeroplan Urbánkuv*, jehož konce nosných ploch a ocas jsou pohyblivé, vyznačuje se zvláštními gyroskopickými regulátory, které při jakémkoliv naklonění aeroplanu zapnou pomocí elektromagnetické spojky motor k příslušné transmissi, tak že se části nosné plochy neb kormidlo podle potřeby skloní a uvedou aeroplan do původní polohy, anebo též, aby rychlost aeroplanu proti měnlivému větru mohla být regulována, svine se část nosné plochy na válce. Regulátory sice fungují, aeroplan celý je postaven, není však vinou konstrukce schopen vzletu, čehož mělo býti dbáno v první řadě.

Upraví-li se plochy nosné co gyroskopické koutouče rotační, jež kývajíce, automaticky reagují na všechny vlivy vnější i na pohyby kormidla, pak pojištěna jest aeroplanu stabilita dokonalá i možnost snadného pohodlného řízení.



Množství nových, dobrých ideí i detailů možno uplatniti při zdokonalení aeroplanu, a mnoho práce duševní i fysické bude ještě potřebí, než stane se aeroplan skutečným dopravním prostředkem. Práce vykonaná je korunována úspěchy, cesta až dosud zaujatá je mnohoslibná.

*Helikoptery*, šroubolety, dosahují stoupání a vzletu působením vertikálních nosných vrtulí; vzlet děje se s jednoho místa, stroj nemusí se rozjíždět. Od vrtule hnací liší se vrtule nosné jen malým stoupáním šroubovice. Jsou-li tyto vrtule malých rozměrů, musí se otáčeti příliš rychle a způsobují příliš prudký proud vzduchu směrem dolů, což znamená ztrátu motorické síly; mimo to má i odstředivá síla nepříznivý vliv na ekonomii vrtule. Proto hotoví se pravidelně vrtule nosné velkých rozměrů.

Řešením lehkého motoru bylo umožněno pomýšleti, aby nosná vrtule unesla nejen svůj motor, nýbrž i přívažek — člověka. Požadavek tento je však velmi těžký; kdežto tažná síla hnací vrtule aeroplanů je jen zlomkem celé váhy aeroplanu, musí vrtule nosná překonávat celou váhu stroje a působiti stejnou silou vzhůru. Mimo to stroje na tomto základě zbudované daleko nejsou nejjednodušší, jak se dříve tvrdilo. Nestačí jen vznést se a zachovati stálou polohu v prostoru, hlavním požadavkem každého létacího stroje je též rychlý pohyb horizontální a tento musí býti u helikopter obstaráván dalšími vrtulemi, anebo nutno, aby osa nosných vrtulí dala se nakloniti šikmo kupředu. Tím ovšem se neprospívá účinnosti vrtulí nosných a je třeba daleko větší motorické síly.

Stabilita jedné vrtule dole zatížené je značná, jakmile však pracuje vrtulí více, jest opět žádoucí, aby jejich síla byla regulována, jinak by se celý stroj



ustavičně kymácel. Též s prospěchem je použití poněkud volně uložených os, aby mohly nastati gyroskopické pohyby vrtulí, a aby se nárazy vzduchu nepřenášely přímo na celý stroj, což provedeno je na stroji bratří Bréguetů, zvaném „Giroplane“. Ku řízení směru při pohybu horizontálním je třeba použití kormidel anebo zvláštních vrtulí, anebo konečně nakláněti osy vrtulí hnacích. Všechny tyto mechanismy komplikují konstrukci a stroj tohoto druhu není pravidelně o nic jednodušší než aeroplan. Mimo to neskytá helikoptera v případě poruchy motoru dostatečných opěrných ploch vzduchu jako aeroplan a sřítíla by se s velikou rychlostí. Proto i šťastné řešení těchto strojů vede konstruktéry pravidelně ku kombinacím s aeroplanem. Vrtulemi nosnými dosáhne se vzletu stroje a další pohyb děje se pomocí aeroplanu a vrtulí nosných, do horizontální polohy skloněných.

Jest ovšem otázkou, zdali výhoda vznést se s jednoho místa přímo vzhůru vyváží nesnáze, vzniklé komplikací stroje a zavedením nových, značně obtížných mechanismů.

První helikoptera parní, kterou sestrojil inženýr *Forlanini*, vzlétla již r. 1877. Vlastními prostředky se zvedla a udržela ve výši 13 m po dobu 20 vteřin. V malém kotlíku byla přehřátá pára o tlaku 12 atm. Strojek udržel se tak dlouho ve výši, dokud neklesl tlak na 6 atm. Ohniště však nemohlo býti zvednuto s sebou, ani zásoba vody, a proto doba vznášení nemohla býti prodloužena.

Bratři *Armand a Henri Dufaux*, konstruktéři a výrobci motocyklu zvaného „Motosacoche“, demonstrovali dne 12, 13, 14. května r. 1905 v místnostech aeroklubu v Saint-Cloud před četnými interestenty svoje vrtule, jež měly tvořiti součást kom-



binovaného stroje a to helikoptery s aeroplanem. Čtyři vrtule byly umístěny po dvou na společném hřídeli po stranách motoru, obě vrtule téhož hřídele otáčely se tímže smyslem a hřídele se otáčely proti sobě. Vrtule byly průměru 2 *m*. Celý strojek, motor s vrtulemi i zásobou benzínu, vážil 17 *kg*. Motor sám se vším příslušenstvím vážil 4·5 *kg* a jeho výkonnost při 1500 obrátkách v minutě byla 3·1 *HP*. Při této rychlosti konaly vrtule 250 obrátek v minutě. Strojek byl zavěšen na provaze vedeném přes kladky, aby jeho vzlet byl omezen, vznesl se, jakmile byl motor uveden v činnost, rychle vzhůru, načež musil být motor zastaven. Pokus tento opakován byl mnohokrát a zdařil se vždy. Mimo to unesl strojek ještě [přívazek 6·5 *kg*. Na výstavě automobilové v Ženevě vystaven byl r. 1905 model celého aeroplanu, sestávajícího ze dvou dlouhých komor za sebou umístěných, mezi nimiž byl motor s vrtulemi. Poloha vrtulí vzhledem ke komorám aeroplanu dala se měniti. Kombinací touto má se dosáhnouti i vzletu i pohybu horizontálního.

Za podpory prince Monackého provedl inženýr Léger již r. 1905 stavbu helikoptery ve velkých rozměrech. Stroj proveden byl v poloviční velikosti a měl sloužiti za základ stroji dalšímu. V hlavních rysech sestával stroj ze dvou hliníkových vrtulí o společné ose proti sobě se točících. Na trubkových hřídelích vrtulí byla zavěšena třínožka, nesoucí vertikální kormidlo, člověka a přívazek. Pohyb vrtulí obstarával elektromotor umístěný mimo stroj, spojený s vrtulemi Cardanovým převodem. Osa vrtulí dala se vzhledem k třínožce skláněti, aby bylo týmiž vrtulemi dosaženo i pohybu horizontálního. Průměr vrtulí byl 6·25 *m*; největší šířka ramen 1·75 *m*. Váha stroje byla 85 *kg*. Při pokusech přidával se



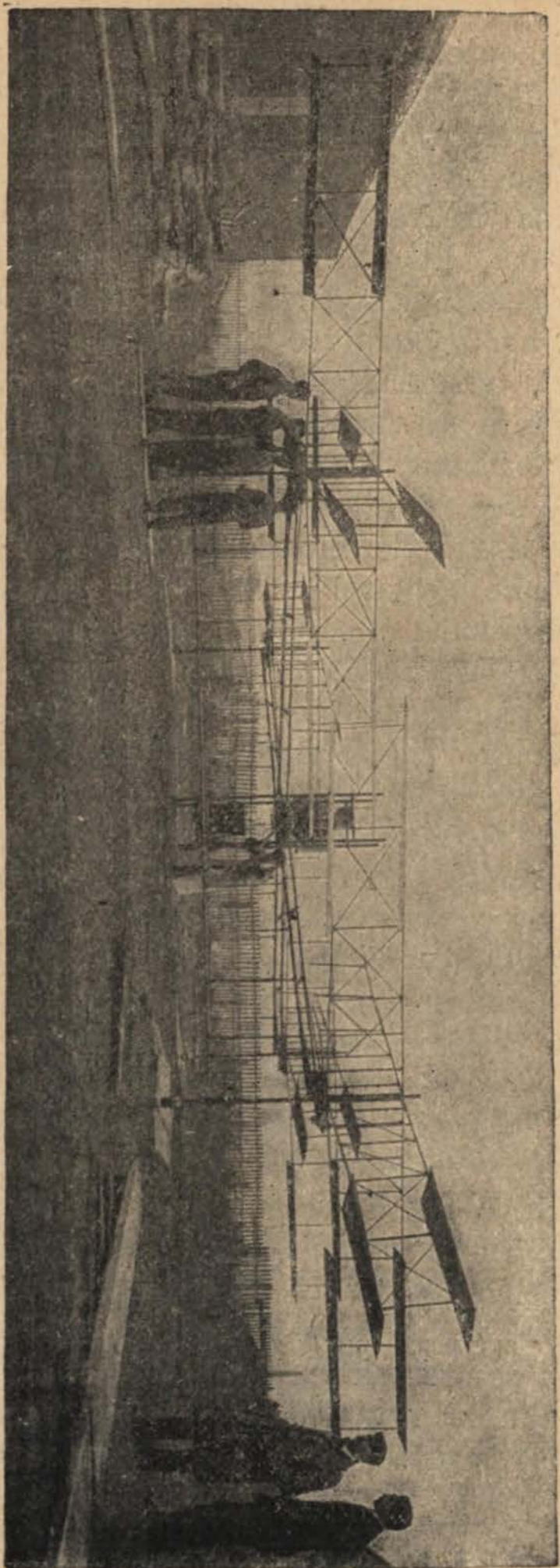
na helikopteru přívažek, který byl na počátku pouze 25 *kg*, později však 100 *kg*, a výkonnost elektromotoru byla současně zvětšována. Při přívažku 50 *kg* a výkonnosti elektromotoru 10 *HP* vznesl se přístroj tak prudce, že se přetrhalo všech 8 provazů, které jej zadržovaly. Po opravě byly provazy nahrazeny silnějšími a přívažek zvětšen na 100 *kg*. Výkonnost motoru byla zvýšena asi na 12 *HP*, vrtule konaly v minutě 60 obrátek a helikoptera se vznesla.

Slabá konstrukce tohoto stroje pokusného vzala brzy za své. Trubky hřídele vrtulí se překroutily za krátko a nebylo možno pomýšleti na stroj další podle tohoto vzoru. Francouzské akademii věd podána zpráva o experimentech i projektu, k provedení jeho však více nedošlo.

Z druhu helikopter nejlepšími výsledky vykázati se může stroj zvaný *Giroplane Bréguet-Richet* (obr. 17. a 18.). Stroj tento, jež sestrojili bratři Louis a Jacques Bréguet za pomoci profesora Richeta, sestává ze čtyř velkých vrtulí 8 *m* průměru. Každá z vrtulí má čtyři ramena a na každém jsou upevněny dvě úzké radiální plochy nad sebou. Ložiska hřídelů vrtulí jsou upevněna na koncích velkého horizontálního kříže z ocelových trub, jenž tvoří kostru stroje a nese uprostřed motor „Antoinette“ o 50 *HP* a sedadlo pro člověka, a jsou namontována poněkud pohyblivě, takže osy vrtulí mohou se ve všech směrech nakláněti a vyhověti automaticky horizontálním nárazům vzduchu, aniž by porušily rovnováhu celého stroje. Celkový povrch všech 32 ploch je 26 *m*<sup>2</sup>. Vždy dvě a dvě vrtule točí se proti sobě. Celek i se vzduchoplavcem váží 578 *kg*.

Jakmile byly uvedeny vrtule v pohyb, vznesl se stroj do výše, aniž by měl postupnou rychlost.

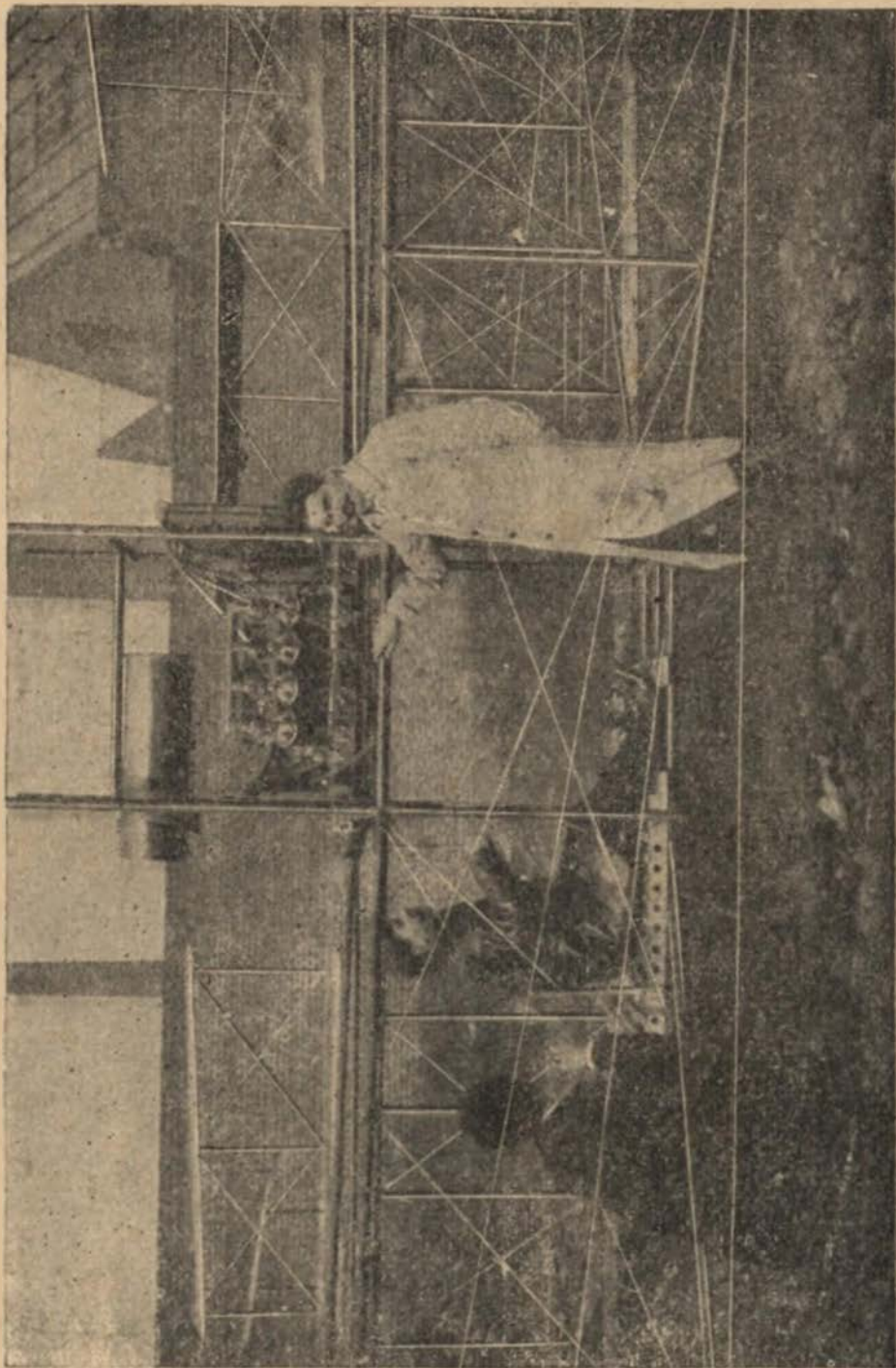




Obr. 17. Helikoptera Breguet-Richetova.



Aby se stroj nevznesl příliš vysoko, a aby bylo zabráněno nehodě, bylo letadlo zadrženo provazy ve výši 60 *cm* od země a v této poloze setrvalo vlastní



Obr. 18. Střední část letadla Bréguet-Richetova.

silou po dobu více než 1 minuty. To jest ovšem velmi krásný výsledek pro helikoptery, o jejichž možnosti se dlouho pochybovalo. Stroj Bréguet-Richet



nezůstane v této podobě, nýbrž bude kombinován s aeroplanem. Plochy aeroplanu vloženy budou mezi oba páry vrtulí nosných. Vzestup bude se dítí vrtulemi, v jisté výši skloní se však vrtule, aby působily ku předu, a při dalším letu horizontálním obstarají nosnou sílu plochy aeroplanu.

Přes to, že úspěch tohoto stroje byl tak významný, je kombinace jeho s aeroplanem dosti nešťastná. Změna polohy tak velkých vrtulí ze směru vertikálního do polohy vodorovné je velmi nesnadná, mimo to použití vrtulí nosných za hnací není theoreticky správné. Ale pokusy další s tímto strojem nebudou rozhodně postrádati zajímavosti.

Projektů *orthopter* vyskytlo se sice již mnoho a některé z nich byly též provedeny, nevedly však doposud k žádným praktickým výsledkům. Komplikované pravidelně mechanismy jsou totiž největší závadou *orthopter* a zmenšují ekonomičnost pracujících ploch. Zákonu aerodynamiky nejsou dosud tak propracovány a známy, aby se jim mohlo při komplikovaných funkcích ploch všestranně vyhověti. Proto dosud primát mezi všemi létacími stroji má nejjednodušší aeroplan, ačkoliv není možno upříti budoucnost i systémům jiným.

Problém vzduchoplavby není sice ještě úplně rozřešen, ale cesta je vytčena a možno tvrditi, že nedaleká doba přinese úplné jeho rozluštění.

Inž. Emil Žižka.

---



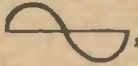
## Vysvětlivky.

Elektrický proud můžeme vyráběti rozmanitým způsobem. Nejjednodušší je ten, kde do nějaké vhodné kapaliny (na př. do okyselené vody) vloženy jsou dva různé kovy. Přístroj takový sluje článek a ony kovy jsou elektrody. Spojíme-li obě elektrody drátem, přechází od jedné ke druhé stále elektrický proud, podobně jako v řece stále prochází proud vodní. Aby však proud vodní byl trvalý, musí nutně voda na jedné straně státi ustavičně výše než na straně druhé; podobně také pro trvalý proud elektrický je nutno, aby elektřina — obrazně mluveno — stála na jedné elektrodě výše než na druhé, čili aby jedna elektroda měla *potenciál (napětí)* vyšší než elektroda druhá. A jako proud vodní je podmíněn rozdílem výšek, tak zase proud elektrický je podmíněn rozdílem potenciálů čili napětí mezi svorkami elektrického zdroje. Nejsou-li póly článku spolu spojeny, sluje rozdíl potenciálů mezi oběma póly *elektromotorickou silou*.

Prochází-li proud nějakým vodičem, koná práci, jež se jeví buď v oteplování tohoto vodiče (po případě až v rozežhavení), v chemických účincích (v rozkladu různých látek složených, zejména solí) a pod. Podle těchto účinků lze pak srovnávati mohutnost čili *intensitu* různých proudů, kterou určujeme zvláštními jednotkami, zvanými *ampère*. I pravíme, že ten proud má intensitu 1 ampère, který za 1 minutu vyloučí 67·1 *mg* stříbra z nějaké soli stříbrnaté (na př. z dusičnanu stříbrnatého, známého pode jménem pekelný kamínek). — Necháme-li proud procházeti různými dráty, vidíme, že intensita proudu z téhož zdroje elektrického vycházejícího není stejná; ukazuje se tedy, že různé hmoty skýtají proudu elektrickému různý *odpor*, který — jak se dá dokázati pokusem — záleží jednak na jakosti hmot (nejmenší odpor má stříbro a měď), a jednak na délce i tloušťce drátu, vzrůstaje tím více, čím je drát delší a tenčí. Jednotkou elektrického odporu jest 1 *ohm*, t. j. odpor, který skýtá



proudu sloupec rtuti  $106.3\text{ cm}$  vysoký o průřezu  $1\text{ mm}^2$  při teplotě  $0^\circ\text{ C}$ . — Je-li takto stanovena jednotka intensity a odporu, lze určití též jednotku pro rozdíl potenciálů, kterou nazýváme  $1\text{ volt}$ . Je pak mezi dvěma místy rozdíl potenciální  $1\text{ volt}$ , jestliže mezi nimi vodičem o odporu  $1\text{ ohm}$  prochází proud o intensitě  $1\text{ ampère}$ . — Součin z intensity a napětí udává *výkonnost* neboli *effekt* pracovní, t. j. práci ve vteřině vykonanou; jednotkou jest  $1\text{ watt}$ , jenž se rovná součinu  $1\text{ voltu}$  a  $1\text{ ampère}$ . Zpravidla používá se jednotky tisíckrát větší, která se zove *kilowatt*. — V praksi technické obvykle se udává výkonnost strojů, zejména parních, v koňských silách (*HP*). Koňskou silou rozumíme práci  $75\text{ kilogrammetrů}$  v  $1\text{ vteřině}$ , t. j. takovou výkonnost, již lze  $75\text{ kg}$  zdvihnouti do výše  $1\text{ m}$  za  $1\text{ vteřinu}$ . Mezi koňskou silou a wattem je zcela jednoduchý vztah, takže lze velmi snadno převést údaje v koňských silách na watty nebo obráceně, pamatujeme-li si, že  $1\text{ HP} = 736\text{ watt}$  čili přibližně  $\frac{3}{4}$  kilowatt.

Proud z článku vyrobený prochází daným vodičem stále v témž směru a v téže intensitě. Proud takový zove se *stejnoseměrný* na rozdíl od *střídavého*, který se vyrábí pomocí strojů magnetoelektrických. U těchto strojů pohybují se mezi póly silného magnetu cívky, čímž se v nich vzbuzují čili indukují proudy, jichž intensita i směr stále se mění. Sledujeme-li tedy jejich průběh, můžeme si je přibližně zobraziti čarou vlnivou , která představuje celou vlnu. Hořejší část této vlny značí jeden směr proudu, dolejší část druhý směr, nejvyšší vypětí vyznačuje největší intensitu proudu v jednom nebo v druhém směru a body na ose nejmenší (nullovou) intensitu proudu, t. j. ten okamžik, kdy vodičem vůbec neprochází proud. Z tohoto zobrazení vidíme, že proud z nullové hodnoty jedním směrem stoupá k hodnotě nejvyšší, načež klesá k nulle, pak v obráceném směru zase stoupá k nejvyšší hodnotě a opět klesá k nulle, což se opakuje úplně pravidelně, periodicky. Celý jeden takovýto průběh zoveme *periodou*. Počet period ve vteřině (z nichž každou můžeme si zobraziti vlnou) nazývá se *frekvencí* proudu střídavého, jež je tím větší, čím více polů magnetických má stroj, a čím rychleji se cívky otáčejí. (Při vlnění nazýváme frekvencí počet vln skutečně vytvořených, z čehož je patrné, že vlna jakákoliv, buď elektrická nebo světelná nebo zvuková, je tím delší, čím je frekvence menší, a obráceně).



Ze strojů magnetoelektrických dostáváme „tedy“ vždy proudy nejprve střídavé, jež ovšem vhodným zařízením můžeme usměrniti čili přeměnit v proudy stejnosměrné; v obou případech jsou to proudy indukované účinkem magnetů, takže je zoveme též proudy magnetoindukovanými.

Avšak proud lze indukovati též jiným způsobem. Napneme-li vedle sebe dlouhé dva dráty, z nichž jeden spojíme s baterií a druhý s nějakým ukazatelem proudu (na př. galvanometrem), vidíme, že při každém spojení proudu v prvním drátě vzbudí se v druhém drátě okamžitý proud jednoho směru (namířeného proti proudu původnímu), při přerušení pak proud směru opačného. Místo jednoduchých drátů lze použít dvou drátěných cívek; první cívku nazýváme *cívkou hlavní* čili *primární* a druhou *cívkou sekundární*. Proud posílaný do cívky hlavní je *proud primární*, cívkou vedlejší probíhá pak *proud indukovaný, sekundární*, jehož směr se stále mění. Do primární cívky musí se posílati vždy proud přerušovaný, a to buď stejnosměrný, přerušovaný vhodnými přístroji, přerušovači, anebo přímo proud střídavý, u něhož se intensita stále sama sebou mění, takže není již třeba zvláštního přerušovače. Takovýchto dvou cívek do sebe vložených jest použito při *induktoru Ruhmkorffově*, jenž má ten účel, aby se napětí primárního proudu zvýšilo. Toto zvýšení napětí záleží na poměru počtu závitů cívky sekundární k počtu závitů cívky primární; kolikrát více závitů má cívka sekundární než primární, tolikrát přibližně je napětí proudu indukovaného větší, než napětí proudu původního. Dá se tedy takovýmto induktorem přeměnit čili transformovati proud z napětí nízkého na vysoké, pročez patří tento induktor mezi *transformátory*, jakých se ve větších rozměrech a v různých tvarech v elektro-technické praxi hojně používá.

Střídavý proud, procházeje jedním drátem, indukuje v blízkém drátě proud; prochází-li však cívkou drátěnou, indukuje z každého závitu v sousedních závitech téže cívky rovněž proud, a to vždy směru opačného, než je proud původní. Proudů takové nazýváme *samoindukovanými* a úkaz sám *samoindukcí*, jež je tím větší, čím více závitů má cívka, která pak sluje *cívka samoindukční*. Samoindukci lze tedy měnit tím, že necháme střídavý proud procházeti větším nebo menším počtem závitů.

Z toho, co je tu vyloženo, je patrné, že proudy samoindukované jsou vždy namířeny proti primárnímu proudu



střídavému, takže jej značně zeslabují, ba při vhodné úpravě dokonce jej i ruší. Cívky za tím účelem používané zovou se cívky *reakční* nebo *tlumicí*, u nichž se značné samoindukce dosáhne jednak velikým počtem závitů, jednak jádrem z měkkého železa, vloženým dovnitř cívky. Tyto cívky propouštějí stejnosměrný proud bez závady, kdežto střídavých proudů buď vůbec nepropouštějí, anebo jen velmi zeslabeně.

\* Konečně budiž ještě učiněna zmínka o *kapacitě*. Nalijeme-li do různých nádob kapaliny do stejné výše, poznáme, že množství kapaliny není ve všech stejné, nýbrž různé podle tvaru nádoby. Podobně převedeme-li ze stejného zdroje elektrického elektrinu na různá tělesa izolovaná, bude sice potenciál všech stejný, ale množství elektriny stejné nebude. I pravíme, že v tom tělese bude větší množství elektriny, které má větší kapacitu (jímavost elektrickou), takže, srovnáme-li to s před tím uvedeným příkladem o kapalině nalité do různých nádob, vidíme, že kapacita dá se obrazně srovnati s velikostí nádoby. Zvlášť velikou kapacitou vyznačují se kondensátory, jichž nejznámější tvar jsou leydenské láhve. Abychom pak kapacitu mohli měniti, spojujeme více leydenských lahví dohromady, a to buď vedle sebe  $\text{---} \text{---} \text{---}$ , anebo za sebou  $\text{---} \text{---} \text{---}$ .

Jar. Jeništa.

### Tiskové chyby.

Na str. 42. řádek 1. zdola	čti: <i>delší</i>	místo kratší.
„ „ 50. „ 2. „	čti: <i>, ale přece</i>	„ a.
„ „ 142. „ 14. „	čti: <i>těleso</i>	„ světlo.
„ „ 143. „ 13. „	čti: <i>Wood</i>	„ Wod.

Ostatní menší tiskové chyby opraví si čtenář la-skavě sám.



## DOSLOV.

### DRAŽÍ ČTENÁŘI!

Stýkáme se všichni denně s technickými vynálezy a pokroky, slýcháme denně o nich a toužíme přirozeně, nechtíce zůstatí pozadu, po jejich bližším seznání, ale cestou nejkratší, neboť často je předmět našemu oboru velmi vzdálený. Jak volněji a s jakým vnitřním uspokojením čteme zprávy o moderních výzkumech, když známe aspoň jejich princip a rozumíme mu, neznajíce třebaš podrobností! Vidíme-li pak předmět vynálezu zobrazený nebo provedený, vyznáme se v něm zajisté, ba dovedeme jej i jiným vysvětliti, konajíce tak záslužnou práci učitelskou.

Svoje vědomosti o moderních výzkumech technických doplňujeme a rozšiřujeme nejlépe čtením populárních ryze technických časopisů, jichž články jsou psány slohem jasným a provázeny názornými vyobrazeními. Takovým časopisem je

## POPULÁRNÍ TECHNICKÝ ČASOPIS VYNÁLEZY A POKROKY,

vycházející již čtvrtý rok nákladem vydavatelstva „Maticе Lidu“.

O bohatosti obsahu tohoto časopisu podává jasný obraz následující výčet některých hlavních článků právě ukončeného ročníku:



Benzinový automobil. — Zajímavé motory automobilní. — Zapalování svíčkové. — Řezání kovů kyslíkem. — Lisování oceli. — Jednokolejnicí dráha Brennanova. — Železobeton na jubilejní výstavě. — O pohyblivých mostech. — Nový pokloповý jez mostový (patent českého inženýra J. Záhorského). — Tříkloubové obloukové mosty přes Illeru. — Nová rtuťová lampa. — Rychlotelegraf soustavy Pollak & Virág. — Elektrická pec na kalení. — Bezdrátová telefonie. — Bezdrátová telegrafie soustavy Telefunken. — Nauenská stanice pro bezdrátovou telegrafii. — Řízení strojů do dálky elektrickými vlnami. — Fototelegraf Berjeuneauův. — Belinův telestereograf. — Barevná fotografie. — Plastické fotografie. — Letadlo Farmanovo a Delagrango. — Letadla Blériotova.

Hojné jsou v tomto ročníku důležité články z oboru průmyslového zdravotnictví, jež jsou seškupeny v oddílu „Hygiena průmyslových závodů“, kde jsou vytčeny zásady továrního zdravotnictví a ilustrovány četnými pohledy do vzorných továren i dělnických kolonií anglických amerických.

Učitelstvo i studentstvo přijalo s radostí oddíl „Domácí mechanik“ a „Jednoduché fyzikální pokusy“. V prvním jsou pokyny pro zřízení domácí dílny a úplné, přesné výkresy pro zhotovení různých přístrojů, v druhém jsou zajímavé pokusy s jednoduchými prostředky, jež se hodí výborně pro školu i pro domácí experimentování. V oddílu tomto je věnována pozornost domácímu hotovení přístrojů fyzikálních, tak že se každý může důkladně seznámiti při hotovení přístrojů s moderními fyzikálními objevy



Četné drobnosti, menší vynálezy a pod. jsou obsaženy v rubrice „Směs“, která uzavírá technickou část každého čísla, které končí zábavnou rubrikou „Šachy“ a „Vtipný brousek“.

Redakce časopisu, chtěc vyhověti svému odběratelstvu co nejvíce, zodpovídá, počínaje právě ukončeným ročníkem, zvláštními dopisy každému předplatiteli všechny dotazy. Činnost vyvinutá korespondencí byla v právě ukončeném ročníku tak bohatá, že redakce odeslala přes 800 dopisů svým odběratelům. A v to nečítá se korespondence redakční s továrnami na získání zajímavého materiálu.

Drazí čtenáři! Činnost tuto, jakož i směr časopisu, zajisté schvalujete, a proto všichni, kteří Jste byli uspokojeni touto knížkou, jež ilustruje naše snahy popularisační, a kteří toužíte kráčet s moderními pokroky a vynálezy technickými, podporujte naši činnost a přistupte k šiku odběratelů „Vynálezů a Pokroků“. Vyžádejte si první číslo příštího ročníku na ukázkou a jsme jisti, že zůstanete trvalými našimi odběrateli.

REDAKCE POPULÁRNÍHO  
TECHNICKÉHO ČASOPISU  
VYNÁLEZY A POKROKY.

Inž. *Josef Truneček.*

Inž. *Jaroslav Jindra.*





## OBSAH.

	Str.
Předmluva . . . . .	3
I. O paprscích Röntgenových a jiných . . . . .	5
II. Telegrafie bezdrátová . . . . .	37
III. Telefonie bezdrátová . . . . .	101
IV. Telefotografie . . . . .	115
V. Fotografie v přirozených barvách . . . . .	136
VI. Řiditelné balony a letadla dynamická . . . . .	152
Vysvětlivky . . . . .	199
Doslov . . . . .	203

---