

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

L. Žižková

Nikola Tesla (k stému výročí narození)

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 1 (1956), No. 5-6, 748--753

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/137336>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1956

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

NIKOLA TESLA

(K stému výročí narození)



Druhá polovina 19. století se nazývá obdobím elektřiny. V tomto období, kdy elektřina začíná vytlačovat páru a kdy si vybojovává v technice vedoucí místo, vzniká sta a sta objevů a vynálezů. Jednou z velkých osobností této doby, jejíž práce měly nesmírný vliv na vývoj elektrotechniky, byl srbský vědec Nikola Tesla. Kdo z těch, kteří se zabývají elektrotechnikou, by neznal toto jméno, jméno muže, který elektřině a jejímu praktickému využití věnoval šedesát let úporné práce.

Nikola Tesla se zabýval mnoha otázkami a problémy, na příklad vícefázovým generátorem a motorem, přenosovou soustavou vícefázových proudů, rezonančním transformátorem, bezdrátovým dálkovým řízením, přenosem síťové a světelné elektrické energie na dálku, obloukovou lampou a j. Tesla sám ohlásil 113 patentů, z nichž většina byla realizována. N. Tesla první přišel na myšlenku využít vysokofrekvenčního transformátoru v lékařství — v diathermii.

Teslovy práce byly vysoce oceňovány v Evropě i v Americe. Nikola Tesla byl zvolen čestným členem několika vědeckých společností a v roce 1917 dostal vysoké vědecké vyznamenání USA — Edisonovu medaili. Jméno Nikoly Tesly je nerozlučně spjato s celým vývojem elektrotechniky.

*

Nikola Tesla se narodil 18. července 1856 ve vsi Smeljany v Jugoslavií, v provincii Lika nedaleko jadranského pobřeží. Jeho otec byl pravoslavným duchovním, matka pocházela ze starého srbského rodu. Po základním vzdělání vstoupil na vyšší reálné gymnasium v Karlovcích. Již zde projevil velký zájem o fyziku, zejména o pokusy z elektřiny a magnetismu. V roce 1875 vstoupil na vysokou polytechnickou školu ve Štýrském Hradci kde studoval čtyři roky. Zde to bylo, v druhém roce studií, kde se N. Tesla rozhodl zkonstruovat elektromotor bez kolektoru a bez kartáčků, myšlenka, jejíž realizace později znamenala nesmírný pokrok v elektrotechnice. Podrobněji promluvíme o Teslově práci v tomto směru později; zde jen připomeňme, že Tesla se touto myšlenkou tak nadchl, že změnil své původní rozhodnutí stát se učitelem a rozhodl se pro inženýrské povolání. Po absolvování vysoké školy technické v Štýrském Hradci pracoval nějakou dobu v Mariboru jako pomocník inženýra u telegrafu. Brzy však odešel do Prahy, kde po dva roky doplňoval své vzdělání na filosofické fakultě Karlovy university. V druhé půli roku 1881 odejel do Budapešti, kde pracoval jako dozorce u vládního telegrafu. Jeho tvůrčí elán tu vedl k několika zdokonalením telegrafu a telefonu. V roce 1882 se Nikola Tesla přestěhoval do Paříže, kde vstoupil do kontinentální větve americké Edisonovy společnosti. Pracoval ve výzkumu a při montáži elektrických přístrojů a zařízení pro elektrárnu ve Štrasburku. V letech 1883—1884

se Nikola Tesla zabýval výzkumy elektrického oblouku. V popředí jeho výzkumnických zájmů však byla stále myšlenka postavit bezkolektorový elektromotor.

Jako mnoho jiných vynikajících vynálezců trpěl Tesla nedostatkem prostředků pro své pokusy. Odjel proto v roce 1884 do Spojených států severoamerických, kde doufal nalézt příznivější podmínky pro svou práci. Asi rok zde pracoval v laboratoři u Edisona. S Edisonem se však rozešel. Příčinou bylo právě Teslovo zaujetí pro střídavý proud, což Edison kategoricky odmítl podporovat. Tesla mezitím ohlásil některé nové patenty, týkající se konstrukcí elektrické obloukové lampy a elektrických žárovek, a s pomocí jednoho amerického podnikavce založil v Novém Yorku akciovou společnost »Tesla Electric Co« na využití svých vynálezů.

V roce 1887 skončila první etapa Teslovy práce na bezkolektorovém elektromotoru. Tesla zkonstruoval dvoufázový asynchronní elektromotor na střídavý proud, který měl vysoký koeficient účinnosti — 95 % — a který již mohl konkurovat s elektromotorem na proud stejnosměrný. Tesla prodal motor firmě »Westinghouse and Manufacturing Electric Co« a za stržené peníze si zřídil vlastní laboratoř. Pracovní podmínky Teslovy se tak staly příznivějšími a Tesla mohl brzy na to ohlásit řadu elektrotechnických patentů různého druhu (generátory, elektromotory, transformátory, přepínací zařízení a j.). 16. května 1888 Tesla po prvé veřejně vystoupil přednáškou »Nový motor a transformátor na střídavý proud«, která se konala v Americkém elektrotechnickém institutu.

Ke konci osmdesátých let a na počátku devadesátých let pak si myšlenka využití střídavého proudu již úspěšně proráží cestu v USA; novátorské práce Teslovy zahajují novou epochu ve vývoji elektrotechniky.

Po slavném Hertzově objevu dostala činnost Nikolý Tesly nový směr. Tesla se začal v letech 1889 až 1895 zabývat vysokofrekvenční elektrotechnikou. Také o této činnosti N. Tesly pohovoříme dále podrobněji. Zde uveďme jen, že Tesla se na rozdíl od mnoha jiných badatelů zabýval spíše praktickou, inženýrskou stránkou věcí než teorií. Nejznámějšími výsledky jeho práce z těchto let jsou rezonanční transformátor, který nese jeho jméno, a některé výsledky, jichž dosáhl studiem účinků vysokofrekvenčních proudů na lidský organismus, zejména zjištěním, že vysokofrekvenční proudy lidskému organismu neškodí. Tohoto objevu bylo brzy využito v lékařství.

Velkou Teslovou ideou byla universální bezdrátová distribuce elektrické energie. Výzkumy v tomto směru ho přivedly dva roky před A. S. Popovem těsně k vynálezu radia. Teslu však zajímal přenos elektrické energie a nikoli bezdrátové spojení. A. S. Popov velmi pozorně sledoval Teslovy výzkumy. V přednášce na prvním všeruském elektrotechnickém sjezdu, konaném v lednu 1900, A. S. Popov řekl: »... užití stožáru pro vysílací i přijímací stanici není nové. V roce 1893 byl podobný pokus o přenos signálů proveden v Americe známým elektrotechnikem N. Teslou.«

V roce 1897 použil Tesla vynálezu A. S. Popova a realizoval oboustranné radiové spojení v okolí New Yorku na vzdálenost asi 30 km. V roce 1899 postavil v Coloradu radiovou stanici o výkonu 200 kW, kterou přenášel na vzdálenost 25 km energií dostatečnou k rozsvícení elektrické žárovky. Napětí vysokofrekvenčních kmitů v anténě tu dosáhlo 12 MV.

Je známo mnoho Teslových zdokonalení radiové aparatury. Velká část jeho vynálezů v tomto směru se vyznačuje originálností a velmi zdařilým konstrukčním pojetím. Teslovy přístroje vydatně pomohly rozšířit radiový přenos do mnoha odvětví techniky. Na počátku tohoto století provádí Tesla svoje pokusy v Coloradu.

Finanční pomoc našel u Pierponta Morgana. Nedaleko New Yorku pak postavil budovu pro »celosvětový přenos elektrické energie« — svůj velký vědecký sen. Pro nedostatek prostředků však musel zanechat pokusů.

Nikola Tesla se vyznačoval neobyčejnou pracovitostí. Jeho pracovní den trval někdy 16 až 20 hodin. Jeho vůle a vytrvalost byly dvakrát podrobeny kruté zkoušce. Tesla obě zkoušky vydržel. V roce 1896 úplně vyhořela jeho laboratoř v New Yorku, s knihovnou a se vším zařízením. Tesla nepřestal v práci a postavil novou laboratoř na Long Islandu. Začátkem první světové války byla však tato laboratoř likvidována americkou vládou, z obavy, aby jí nebylo zneužito k špiónským účelům. Tesla zůstal úplně bez prostředků, přesto nepřestal pracovat alespoň theoreticky.

Okruh Teslových zájmů byl velmi široký. Známý jsou jeho práce také z mechaniky, zejména v konstrukci parních a plynových turbin.

Nikola Tesla zemřel 7. ledna 1943 v New Yorku. Konec jeho života byl neradostný. Neměl prostředků nejen pro svoje bádání, ale často ani na nejnnutnější životní potřeby. Zemřel tak osamělý, jak osamělým byl celý jeho život.

Pohovoříme trochu podrobněji o některých nejvýznamnějších Teslových objevech a vynálezech.

V druhém roce studii na vysoké škole technické ve Štýrském Hradci se Tesla seznámil s elektromotorem na stejnosměrný proud, vynalezeným Grammem v roce 1870. Přepínač motoru silně jiskřil, a Tesla pojal myšlenku zkonstruovat elektromotor bez jiskření. Podařilo se mu to v roce 1882, kdy sestrojil jako první na světě v malé dílničce generátor na střídavý proud s otáčejícím se magnetickým polem statoru. V této době sledoval celý technický svět práci T. A. Edisona, který zaváděl elektrické osvětlování a přenos elektrické energie stejnosměrným proudem. Tesla viděl nedostatky tohoto způsobu, zejména okolnost, že spotřebitel je vázán na malou vzdálenost (1—2 km) od generátoru. Zároveň viděl přednosti střídavého proudu, které se mu zdály bez hranic. Avšak Teslovy pokusy s více-fázovým střídavým proudem narazily na silný odpor nejen v Paříži, kde s nimi začal, ale i později v New Yorku u Edisona. Tesla však neztratil odvalu. Byl hluboce přesvědčen o správnosti svých myšlenek, i když tehdy i nejvýznamnější technické se dívali na využití střídavého proudu s krajní skepsí.

V roce 1887, když Tesla získal laboratoř, postavil sadu jednofázových, dvou-fázových a třífázových motorů. Frekvenci stanovil na 60 cyklů za vteřinu. Těto frekvence se v USA používá dodnes. Na tomto místě je nutno připomenout, že 18. března 1888 přednesl G. Ferraris v Turinské akademii věd zprávu o »elektrodynamickém otáčení«. Ferraris sestrojil v rámci svých pokusů se světlem jako mechanickou analogii pro výzkum polarisace světla laboratorní indukční motor na střídavý proud o výkonu 2,7 W a o koeficientu účinnosti menším 50 % (kotva motoru byla měděná). I když Teslovy zprávy o vícefázovém motoru a o přenášení elektrické energie střídavým proudem byly uveřejněny trochu později, až 16. května 1888, základní patenty Teslovy byly zaregistrovány již půl roku předtím. Není pochyb o tom, že Tesla učinil svůj vynález vícefázového elektromotoru na střídavý proud nezávisle na Ferrarisovi.

Za myšlenku využít střídavý proud bojoval Tesla již roku 1882; v letech 1883 až 1887 svůj motor mnohokrát demonstroval a v roce 1887 ho předložil ke konečnému vyzkoušení. Soustava, pomocí níž mohly lampy a elektromotory pracovat ve vzdálenostech desítek a set kilometrů od generátoru, znamenala technickou revoluci. Tak se na ni také dívali nejprozíravější inženýři a elektrotechnické firmy. Ve Spojených státech severoamerických pak vznikají v této době dva

velké koncerny: »General Electric Co«, která zužitkovávala Edisonovy vynálezy se stejnosměrným proudem, a »Westinghouse Manufacturing Electric Co«, jejichž růstu významně pomohly vynálezy Teslovy se střídavým proudem.

V roce 1890 byl vyhlášen konkurs na projekt využití energie Niagarských vodopádů. Bylo předloženo 117 projektů na hydraulický přenos jejich energie, 4 projekty na přenos stlačeným plynem, 4 projekty na přenos pomocí stejnosměrného proudu a 1 projekt podle Tesly. Hlavními konkurenty se brzy staly obě zmíněné firmy »General Electric« a »Westinghouse«, to jest — necháme-li stranou obchodní motivy — soustavy na stejnosměrný proud a soustava na střídavý proud. Diskuse kolem této otázky byla živě komentována v literatuře na celém světě. Zvítězil Tesla. V roce 1893 byla přijata dvoufázová soustava pro elektrifikaci Niagarských vodopádů (10 generátorů po 500 ks). Tesla nedocenil přednosti třífázového proudu a dával přednost proudu dvoufázovému. Výkon Teslovy dvoufázové soustavy, zvolené pro Niagarské vodopády, vzrostl roku 1896 z 5000 ks na 50.000 ks. Nedostatky dvoufázového Teslova motoru se však projevíly, zejména pak ve velkých magnetických ztrátách.

V Evropě byl ke konci osmdesátých let propracován a zkonstruován třífázový asynchronní motor s rozděleným vinutím statoru a se zkratovým vinutím rotoru. Autorem třífázového elektromotoru a třífázové soustavy pro přenos elektrické energie byl ruský inženýr M. O. Dolivo-Dobrovolskij.

Jiným velkým problémem, kterým se Tesla začal zabývat, byla myšlenka universální celosvětové soustavy distribuce elektrické energie. Jak jsme již řekli, stanovil Tesla kmitočet proudu ze svých generátorů na 60 c/sec. Brzy se však začal zabývat otázkou zvětšování kmitočtu a napětí. V roce 1890 zkonstruoval generátor s 384 póly s kmitočtem 10.000 Hz (motor později zdokonalil Alexander, jehož jméno také nese). Tesla transformoval proud vysoké frekvence na vysoké napětí a zjistil, že pro transformátor pro vysoké frekvence není třeba oceli, což zjednodušuje a usnadňuje jeho stavbu. V roce 1891 demonstroval Tesla v USA svůj známý rezonanční transformátor s frekvencí několika set kHz. Resonancí v elektrickém obvodu zkoumal před Teslou již Kelvin, avšak Tesla první využil tohoto jevu prakticky ve fyzikálním přístroji. Pomocí tohoto přístroje ukázal Tesla řadu nových fyzikálních jevů: průraz vzduchu jiskrou dlouhou 12 až 13 cm, nový druh elektrického světla, fyziologické účinky proudů vysoké frekvence atd. Přednášky a pokusy Teslovy budily sensaci a o Teslovi se hovořilo jako o geniovi.

Sláva Teslových pokusů se rychle rozšířila po celém světě. V Londýně v »Royal Society«, kam byl Tesla pozván přednášet, ho posadili do Faradayova křesla, které se uchovává jako relikvie. Teslu vítali nejznámější fyzikové světa. Na přednáškách v Paříži a v Londýně demonstroval bezdrátový přenos elektrické energie a za několik let řízení lodí na dálku.

To vše byly však jen průvodní výsledky snahy realizovat hlavní myšlenku, které se nevzdal do konce svého života — bezdrátový přenos síťové elektrické energie po celé zeměkouli. Tesla si představoval Zemi jako izolovanou kouli elektricky nabitou. Coloradské pokusy ho v této představě utvrdily. Mocným působením svého vysokofrekvenčního zařízení (v Coloradu dosáhl elektrických nárazů o napětí až desítek milionů voltů a až 10.000 kVA) se Tesla snažil narušit pole zemského elektrického náboje tak, aby vytvořil stojaté vlny. V případě úspěchu by bylo možné postavit v různých místech zemského povrchu přijímací rezonanční zařízení a vysílat i přijímat prakticky beze ztrát elektrickou energii na velké vzdálenosti.

Teslovi se podařilo rozsvítit na značnou vzdálenost lampy o výkonu několika kilowattů. Avšak generátory, které napájely jeho zařízení, shořely od přetížení a pokusy byly přerušeny.

Zaujat cele myšlenkou universálního přenosu elektrické energie, Tesla se na rozdíl od Hertze, A. S. Popova a jiných nezajímal mnoho o otázku přenosu elektrických signálů. Tesla zkonstruoval oscilátory na všechna velká napětí, ale s frekvencemi jen několika set kHz. Jeho pokusy z roku 1893 potvrdily pokusy Hertzovy pro jiné frekvence, avšak problém bezdrátového telegrafu vyřešil v roce 1895 jiný geniální Slovan — A. S. Popov.

Neúspěch Teslův se vysvětluje především nesprávným jeho fyzikálním předpokladem (pro výkonný přenos elektrické energie na vzdálenost 10 km je třeba frekvence 10^6 kHz při omezeném napětí; Tesla však používal frekvence ne větší než 10^3 kHz při napětí desítek milionů voltů), a dále tím, že Tesla pracoval s tlumenými kmity, neboť generátor pro netlumené kmity ještě tehdy k dispozici nebyl.

Třetí obor, o který se Nikola Tesla živě zajímal a v němž dosáhl pronikavých úspěchů, byly doutnavky. V roce 1891 demonstroval Tesla mezi jiným také doutnavky naplněné neonem. Formy lamp, kterých Tesla užíval, velmi připomínají dnešní neonové reklamy. Tesla předpokládal — elektron tehdy ještě nebyl objeven — že svícení plynu v lampách způsobuje pohyb molekul, které jsou pod působením vysoké frekvence, přičemž se mechanická energie srážek molekul přeměňuje v energii světelnou. Na podkladě této představy se Tesla rozhodl vyvolat svícení také v tuhých látkách. Do skleněné nádoby zavěsil na vlákně uhlíkovou kuličku. Nádobu pak umístil do vysokofrekvenčního pole a vzduch v nádobě různě ředil. Jeho domněnka se plně potvrdila — uhlíková kulička intenzivně svítila. Měněním stupně zředění mohl Tesla ve své lampě sublimovat i nejnepohodlnější tavitelné látky.

Tesla použil této své lampy jako modelu Slunce (rozžhavené jádro a kolem svítící plyn) a vysvětloval na tomto modelu vznik kosmických paprsků: částice plynu narážejí na rozžhavené jádro a získávají tak obrovskou energii, se kterou od jádra odskakují a dopadají na Zemi. Tesla měřil energii těchto částic, došel k hodnotě 100 MV a výsledek uveřejnil. Zpráva však nebyla přijata vážně.

Téhož roku, 1891, sestrojil Tesla pomocí své lampy první primitivní model »elektronového mikroskopu«. Nanesl na skleněný povrch lampy fosforeskující směs a pozoroval pak na něm ve zvětšení proces rozpadu uhlíkové kuličky uvnitř lampy. Kulička, jak dnes víme, vysílala elektrony, které při dostatečném zředění narážely na fosforeskující povrch lampy a zobrazovaly ve zvětšení děj uvnitř lampy. Po padesáti letech se pomocí takového modelu podrobně zkoumala elektronová emise.

Tesla pokračoval v pokusech a objevil zvláštní záření, schopné vytvořit obrazy na stínítku, umístěném v kovové krabici. Když pak v prosinci 1896 ohlásil Roentgen svůj slavný objev Roentgenových paprsků, Tesla pomocí své lampy okamžitě opakoval Roentgenovy pokusy a poslal mu své snímky.

Takový je v hrubých rysech obraz života a díla Nikoly Tesly, badatele, jehož jméno je nerozlučně spjato s vývojem elektrotechniky. Nikola Tesla horoucně miloval svou vlast. V roce 1941, za druhé světové války, adresoval sovětskému lidu dopis, v němž s vděčností hovoří o velkém boji národů Sovětského svazu za svobodu nejen vlastní, ale všech ostatních národů utištěných hitlerovským fašismem.

Světová rada míru důstojně vzpoměla stého výročí narozenin velkého Jihoslava zařadivši usnesením z 10. července 1956 toto výročí mezi jubilea světového významu.

Literatura:

Električestvo, č. 7, 1956;
Vestník AN SSSR, č. 7, 1956;
Nauka i žizň, č. 7, 1956.

L. Žižková

MICHAIL ANDREJEVIČ ŠATĚLEN

(K devadesátinám)

Již za studií na petrohradské universitě se M. A. Šatělen rozhodl věnovat se elektrotechnice. Jeho samostatná vědecká práce začíná v době, kdy ruská elektrotechnika již dosáhla nemalých úspěchů.

V době Šatělenových studií na fyzikálně matematické fakultě petrohradské university přednášeli na tomto učilišti Butlerov, Čebyšev a Mendělejev. Pokrokoví profesori vedli studenty k samostatnému řešení vědeckých problémů a rozvíjeli tvůrčí iniciativu mladých. M. A. Šatělen se stal členem studentského kroužku, vedeného Alexandrem Uljanovem, bratrem V. I. Lenina, a propůjčil ke schůzkám kroužku svůj byt. Na universitě se seznámil s A. S. Popovem. Oba se zúčastnili zasedání Elektrotechnického oddělení Ruské technické společnosti. Jejich přátelské vztahy se ještě více utužily při práci v Krasnojarské expedici pro pozorování zatmění slunce v srpnu r. 1887.



24. března r. 1896 se M. A. Šatělen účastnil zasedání Fyzikálního oddělení Ruské technické společnosti, na němž A. S. Popov po prvé demonstroval bezdrátové radiové spojení.

V r. 1900 byl M. A. Šatělen zvolen vicepresidentem mezinárodního kongresu o elektřině v Paříži.

Přes Šatělenovu vědeckou proslulost jej carská vláda neustále pronásledovala za to, že otevřeně vyjadřoval své sympatie se studentským revolučním hnutím. Byl posléze propuštěn z Elektrotechnického institutu. Avšak vědecký význam Šatělenův byl takový, že jej nebylo možno ignorovat. Byl proto brzy jmenován profesorem a děkanem elektrotechnické fakulty nového Polytechnického institutu (nyní Polytechnický institut M. I. Kalinina). Vědecká i organisátorská práce M. A. Šatělena v Polytechnickém institutu byla velmi plodná. Jakmile se však carská policie dozvěděla o existenci revolučních kroužků v institutu a o aktivní práci bolševiků mezi studenty, byl Šatělen postaven před soud senátu, dostal přísnou důtku a v r. 1907 byl odvolán z funkce děkana.