

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky

Ferdinand Pietsch

O přenášení energie do dálky. [I.]

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky, Vol. 40 (1911), No. 2, 264--268

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/122414>

Terms of use:

© Union of Czech Mathematicians and Physicists, 1911

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>

Konečně budiž připomenuto, že plochu kulovou na sféře čtverečné stupně \check{C} spojitě rozdělití nelze, ano že ani čtyři \check{C} nelze připojití k sobě okolo společného vrcholu, aniž by se částečně pokrývaly, neboť zajisté součet úhlův okolo tohoto vrcholu dle rovnice (5) $= 4\alpha > 360^\circ$. Avšak ani kulový pás nelze složití z ploch \check{C} . Klademe-li je na kouli do řady za sebou tak, aby střední příčky připadly na hlavní kružnici koule, nevejde se jich na obvod 360, nýbrž toliko 359 se zbytkem $z < \check{C}$. Příčinou toho jest, že střední příčka $\widehat{vu} = p$ (obr. 4.) v \check{C} jest delší než strana $\widehat{mn} = s = 1''$. Jest totiž v $\triangle mou$

$$\sin \frac{p}{2} = \operatorname{tg} \frac{s}{2} \cdot \operatorname{cotg} 45^\circ = \operatorname{tg} 0^\circ 30',$$

z čehož

$$\frac{p}{2} = 0^\circ 30' 0.0685'',$$

tedy

$$p = 1^\circ 0' 0.137'',$$

posléze

$$360 p = 360^\circ 0' 49.3'',$$

t. j. 360 \check{C} vyplní pás celý, avšak poslední \check{C} pokryje již malou část \check{C} prvního. Mimo to meze pásu toho nemají tvar kružnic, nýbrž čar lomených. —

Sférický čtverec (obr. 4.) nerozdělí se středními příčkami ve čtyři sférické čtverce, nýbrž ve čtyřúhelníky, z nichž každý má tři úhly pravé, čtvrtý však tupý, α dle rovnice (5). —

Plochu kulovou lze rozdělití přesně a spojitě toliko na 6 shodných sférických čtverců, jež obdržíme, vepíšeme-li do koule krychli a promítneme-li stěny krychle na povrch koule ze středu jejího. Strana každého čtverce $s = 70^\circ 31' 43''$, ježto $\cos s = \frac{1}{3}$, a každý úhel jeho $\alpha = 120^\circ$.

O přenášení energie do dálky.

Napsal prof. Dr. F. Pietsch.

Naše doba jest dobou úžasného vývoje věd přírodních. Od vynálezu parního stroje, jeví se překotný vývoj v upotřebení sil přírodních takže se zdá, že lidstvo chce dohonit vše, co po staletí zanedbávalo. Přímo závratnou rychlostí pokračovala nauka

v elektřině a nauka o jejím zužitkování — elektrotechnika. Není příkladu v dějinách, aby během 100 let vytvořil důmysl lidský takovou obrovskou práci, jako to vidíme na upotřebení této podivuhodné síly. Tím podivnější jest, že až dosavad podstata elektřiny jest zahalena rouškou tajemství, ačkoli stále více jejích vlastností užíváme.

Ke sklonku století 18tého objevil Galvani elektřinu dotekem vznikající. Nikdo netušil tehda, že z těchto nepatrných zárodků povstane všeužitečná síla, která bude pronikatí všechny obory práce lidské. Nikomu jistě na mysl nepřišlo, že po 50ti letech budeme pomocí elektřiny mluvití do dálky 2000 *km*, telegrafovatí po celé zeměkouli, hnátí stroje, svítití, v pecích elektrických různé látky vyrábětí a. t. d. — zkrátka, že se elektřina zmocní celého průmyslu.

Jak poslední zkušeností učí, není řada objevů ještě u konce, a elektřina chystá pro nás ještě mnohá překvapení. Již za prvých 25 let byly prozkoumány všechny účinky elektrického proudu, tepelné, světelné, chemické a magnetické, jež se staly podkladem pro upotřebení elektřiny v průmyslu.

Všeobecné rozšíření energie elektrické nastalo však teprve po roce 1871, kdy vynálezem Grammeovým nalezen laciný zdroj této síly. Můžeme tedy říci, že technika silných proudů vyvíjí se teprve po dobu 40 let. A za tuto krátkou dobu dospěla nauka té výše, že způsobila proniknutí elektřiny do všech oborů lidské práce.

Elektřina má celou řadu podivuhodných vlastností, které nesčíslné obory působnosti jí zajistily, nicméně jedna její vlastnost jest stěžejním bodem, činíc ji úplně nenahraditelnou.

Jest to ta okolnost, že lze tuto sílu po drátech na libovolnou vzdálenost přenášeti a na místě rozváděti. Označujeme tuto vlastnost přenášení síly do dálky, správněji ovšem přenášení energie elektrické do dálky. Až dosavad nebylo téměř prostředků k přenášení síly. Transmissí lze převéstí sílu jen na velmi nepatrnou dálku a ještě se značnou ztrátou. Jinak lze sílu převéstí tlakem vody nebo stlačeným vzduchem. V Paříži rozvádí se stlačený vzduch z centrály rourami po městě, a žene na místě spotřeby menší stroje. Než vše to nestojí téměř za

zmínku proti užasně snadnému převádění i rozvádění energie mechanické pomocí elektřiny.

Již ona vlastnost elektřiny, že může po vodivém drátě přejíti za okamžik na jiné místo, ukazuje jasně možnost pohánění na místě libovolně vzdáleném motor proudem, vyrobeným na místě jiném.

Principiálně dá se tedy elektřina stejnosměrným proudem převést na jakoukoli vzdálenost.

Prakticky však není tím věc ještě odbyta. K převádění nutno totiž užití měděných drátů, které však i při své dobré vodivosti mají určitý odpor, k jehož přemožení nutno užití část vysílané energie. Tato ztráta energie jeví se pak oteplováním drátů. Čím tenčí drát, tím více se zahřívá a tím více se tedy energie ztrácí. Nutno tedy voliti drát co možná silný, aby ztráty byly malé.

Silnějším vodičem roste však zařizovací kapitál podniku i nelze zde jíti přes určitou mez.

Abychom si zjednali reální představu o praktické možnosti převedení elektřiny, provedme si jednoduchý rozpočet pro převedení menší energie pomocí proudu stejnosměrného.

Jedná se o to přenést na dálku 4 km efekt obnášející v místě spotřeby 50 k. s.

Nutno postaviti na jedné straně dynamoelektrický stroj, generátorem zvaný, poháněný motorem parním explosivním, vodním nebo jiným. Na druhé straně nutno postaviti motor, jenž bude uváděn v pohyb proudem vyrobeným v generátoru.

Má-li motor vyvinovati 50 k. s., nutno mu přivésti energii více, neboť v motoru lze jen 80–93%, energie elektrické přeměnit v mechanickou.

Přidržíme-li se výkonnosti 90% pak nutno přiváděti motoru energii v obnosu $50 \cdot \frac{100}{90} \cdot 736 = 40.800 \text{ W}$.

Ve vedení vznikají ztráty Jouleovým teplem, jež se řídí tloušťkou vodiče. Ztráty připouštíme takové, aby obnášely 5 až 10% energie převáděné. Připusťme tedy největší ztrátu 10% čili 4080 W.

Musí tedy generátor ze svých svorek vysílati energii elektrickou v obnosu $40.800 + 4080 \text{ W} = 44.880 \text{ W}$.

Konečně motor ženoucí generátor musí vyvinouti větší energii, neboť při přeměně mechanické energie na elektrickou lze také jen 90% přeměnit.

$$\text{Motor vyvíjí tedy efekt } \frac{100}{90} \cdot \frac{44.880}{736} = 68 \text{ k. s.}$$

Nyní se musíme rozhodnouti, jaký průřez dáti měděnému drátu 4 km dlouhému. Jouleovo teplo závisí hlavně na intenzitě proudu drátem vedeného, jak vysvítá z výrazu ri^2 . Při tom uvažme, že energii 44.880 W mohu drátem převést v různé formě. Mohu mít proud o napětí

$$\begin{aligned} &110 \text{ V } 408 \text{ A} \\ &\text{nebo } 1000 \text{ V } 44,8 \text{ A} \\ &\text{nebo } 5000 \text{ V } 8,97 \text{ A.} \end{aligned}$$

Jeví se nám zde táž energie v různé formě, daná vždy součinem z napětí a intenzity proudu.

Jak na první pohled patrno, bylo by nejvýhodnějším voliti energii ve formě proudu o napětí 5000 V. Neboť intenzita by obnášela ne celých 9 A, čímž by teplo Jouleovo bylo nepatrné. I mohli bychom použítí vodiče s větším odporem, to jest dosti tenkého, což by značilo úsporu na materiálu vodivém.

Bohužel nemůžeme voliti napětí libovolně vysoké, neboť sestrojení dynam pro vysoké napětí má určité obtíže technické.

Přidržíme se tedy napětí ku př. 3000 V; pak lze energii onu převést proudem 15 A, neboť $\frac{44.800}{3000} = 15$.

Z toho nemůžeme vypočítati sílu i váhu drátu nutného ku převedení. Svrchu uvedená ztráta energie ve drátě obnáší $4080 = ri^2$. Z toho odpor vedení jest $r = \frac{4080}{15^2} = 18,2 \text{ Ohmů}$. Celková délka vedení jest 8 km, tedy na metr připadá

$$\frac{18,2}{8000} = 0,00228 \text{ O.}$$

Tohoto odporu dosahuje metr měděného drátu při průřezu $q = 7,6 \text{ mm}^2$ čili síle 3,11 mm; 8 km drátu onoho bude vážit 541 kg.

Chceme-li ještě věděti, jakou část energie původní jsme převedli, uvažme, že motor pohánějící generátor vyvinuje 68 k. s.

kdežto motor na druhé straně vydává 50 k. s. Tedy celková účinnost obnáší $\frac{50}{68} \cdot 100 = 73\%$.

Tedy 27% energie se ztrácí, při čemž 10% připadá na vedení. Kdybychom ztrátu ve vedení chtěli zmírniti na 5%, museli bychom míti silnější drát.

Náš příklad vztahoval se na došti malou sílu, jež na malou vzdálenost se převáděla.

Kdybychom chtěli převésti ku př. 500 k. s na dálku 40 km, shledali bychom nutnost tak silného vodiče, že by celková váha obnášela 54.100 kg. To by znamenalo ovšem značný zařizovací kapitál. Kdybychom chtěli tenčí vodič o menší váze, musili bychom se opět smířiti se ztrátou 20% i více ve vedení. Tím by ovšem klesla značně výkonnost celého zařízení. Vidíme z toho, že jedná-li se o větší vzdálenosti a větší energie, tu, ačkoli se technicky převod provést dá, přece tak nelze učiniti z prostého důvodu. Kapitál investovaný do podniku byl by totiž tak veliký, že by se celé zařízení nevyplácelo.

Kdybychom znali jen stejnosměrný proud, tu by zůstalo rozvádění energie omezeno na malé vzdálenosti a malé energie.

Obtíže vyličené dají se však překonati použitím proudu střídavého. U stejnosměrného proudu nemohu voliti napětí příliš vysoké a tím jsem nucen vésti proud o velké intenzitě. U střídavého proudu obtíž tato odpadá; nemohu sice také v dynamu přímo proud vysoce napjatý vyrobiti, mohu jej však pomocí transformátoru přeměnit na proud o libovolném napětí třeba 20.000 V i více, čímž snížím značně intenzitu proudu a tím i průřez i váhu vodiče.

Jelikož střídavý proud bývá málo znám, doufám, že se zavděčím čtenářům, prozradím-li vznik a některé vlastnosti proudů těchto, jakož i objasním-li princip motoru synchronního, asynchronního a transformace proudů.

Pak snadno oceníme neobyčejný význam proudů střídavých pro převádění energie. (Pokračování.)