

OPTIMALIZATION OF CURRENT TABS LAY - OUT OF ELECTRODES IN A CYLINDRICAL TYPE VRLA CELLS

P. Bača*, P. Křivák*

Summary: *The current distribution through the electrode system of lead-acid accumulator was determined mathematically for a cylindrical type cell. There were designed 3 type of electrodes differing by current tabs lay - out . Optimal appears to be the last designed type with equipotential current tabs. The results are presented in the form of 3-D diagrams for different states of discharge.*

1. Úvod

Předchozí příspěvek [1] byl věnován distribuci proudu mezi elektrodami olověného akumulátoru pro jednu komerčně používanou variantu vstupních proudových praporců. V další fázi výzkumu jsme se zaměřili na optimalizaci proudových praporců s cílem minimalizovat nerovnoměrnost rozložení proudu po povrchu elektrod. Byly navrženy další 2 varianty, lišící se rozmístěním proudových praporců. Pro všechny 3 varianty byly navrženy matematické modely a provedeny výpočty distribuce proudu elektrodovým systémem, náboje spotřebovávaného při vybíjení a vnitřního odporu v závislosti na prošlém náboji během vybíjení. V této práci budou uvedeny výsledné závislosti distribuce proudu u alternativních variant. Detailní popis distribuce proudu komerčně používané varianty byl popsán v příspěvku [1].

2. Výsledky a diskuze

Rozbor výpočtového modelu byl uveden v příspěvku [1].

Rozvinuté modely dvou alternativních variant - viz obr. 1 a 2. Na obr. 3 a 4 je znázorněna distribuce proudu po povrchu elektrod pro rozvinutý článek válcového typu s protilehlým umístěním praporců pro stupeň vybití 0 % a 100 %. Jak je zřejmé z těchto obrázků, na počátku vybíjení jsou nejvíce vytěžovány oblasti nejbližší proudovým praporcům a to zejména v centrální oblasti článku s velkou hustotou proudových praporců. Proto tyto oblasti dosáhnou vybitého stavu nejrychleji a v souvislosti s vybíjením se zde nejvíce zvyšuje vnitřní odpor. Protože vybíjecí proud zůstává konstantní, pokles proudu v těchto oblastech způsobený nárůstem odporu vede zejména v posledních fázích vybíjení ke vzrůstu proudu v dalších oblastech elektrody, původně méně proudově zatížených. To vede v průběhu vybíjení k postupnému vytěžování všech oblastí elektrody. Na konci vybíjení prudce vzrůstá u této varianty článku nerovnoměrnost distribuce proudu podobně jako u komerční varianty [1].

* Ing. Petr Bača, Ph.D., Ing. Petr Křivák, Ph.D., FEKT VUT v Brně; Údolní 53; 602 00 Brno; tel.: +420.541 146 188, fax: +420.541 146 199; e-mail: baca@feec.vutbr.cz

Nejlepší konfigurací je následující alternativní varianta (s planparalelními ekvipotenciálními proudovými praporcí umístěnými na protějších koncích obou elektrod) odpovídající obr. 5 (pro 0 % vybití) a obr. 6 (pro 100 % vybití). Zde zůstává distribuce proudu po povrchu elektrod v celém průběhu vybíjení dostatečně vyrovnaná.

Tento závěr je dobře patrný z obr. 7, který ukazuje průběh kritéria I_{\max}/I_{\min} pro všechny sledované varianty umístění proudových praporců. Z grafu je patrné, že nerovnoměrnost distribuce proudu u komerční varianty a první alternativní varianty s protilehlým umístěním praporců je téměř shodná. Alternativní varianta s planparalelními ekvipotenciálními proudovými praporcí umístěnými na protějších koncích obou elektrod vykazuje zdaleka nejmenší nerovnoměrnost distribuce proudu. Zde kritérium I_{\max}/I_{\min} zůstává v celém průběhu vybíjení téměř konstantní a blíží se hodnotě 1.

Pro lepší ilustraci problému je na obr. 8 zobrazen průřez odporovou sítí pro 2 typy pokusných článků s rozdílným umístěním proudových praporců. Šipky označují směr protékajícího proudu, R_C označuje odpory přívodů, R_X^+ odpory jednotlivých úseků kladné elektrody v podélném směru, R_X^- odpory jednotlivých úseků záporné elektrody v podélném směru, R_{NX} vnitřního odporu jednotlivých úseků článku zahrnující odpor elektrolytu, odpor separátoru, kontaktní odpor mezi mřížkou a aktivní hmotou, odpor aktivní hmoty a polarizační odpor.

Z obrázku je patrné, že v případě 1 se rostoucí vzdáleností od proudových přívodů narůstá celkový odpor proudové větve, to vede k nerovnoměrnému rozložení proudu odporovou sítí. Výsledkem je mnohem větší vytěžování oblasti nejbližší proudovým praporcům a tudíž tato oblast se vybíjí nejrychleji. Naopak nejpomaleji se vybíjí oblast nejdále proudovým praporcům. V případě 2 je díky umístění proudových praporců dosaženo rovnoměrného rozložení proudu, kdy odpor všech možných proudových větví je v zásadě stejný (za předpokladu, že odpory jednotlivých úseků kladné a záporné elektrody R_X^+ a R_X^- jsou srovnatelné).

3. Závěr

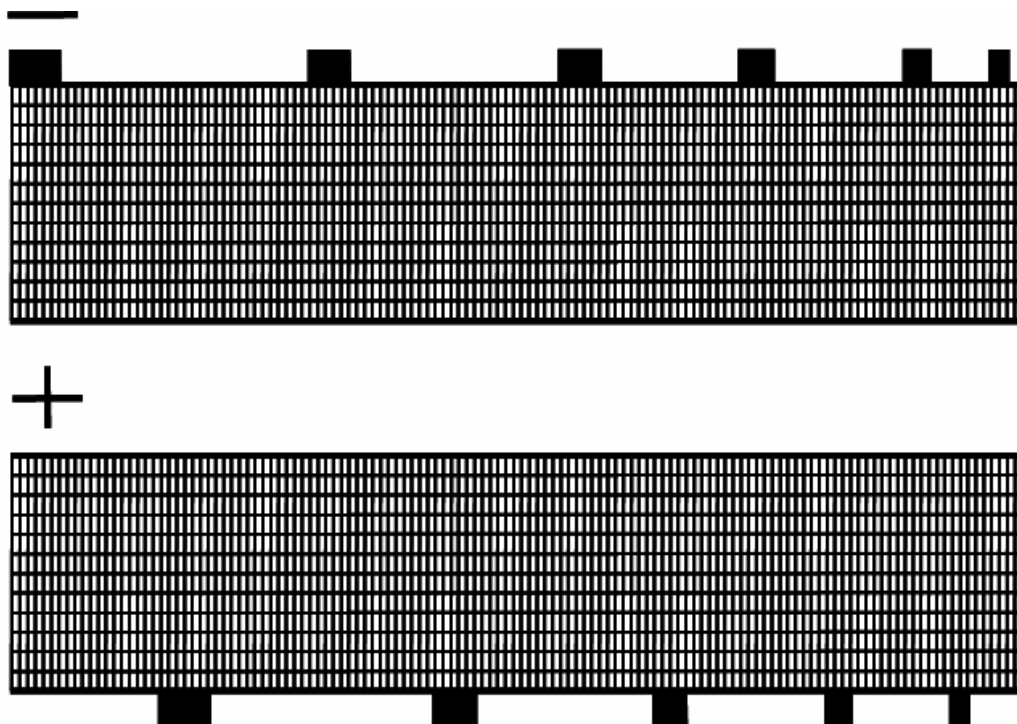
Optimální variantou z hlediska rovnoměrnosti distribuce proudu mezi elektrodami olověného akumulátoru se ukázala alternativní varianta s planparalelními ekvipotenciálními proudovými praporcí umístěnými na protějších koncích obou elektrod. Ta vykazuje zdaleka nejmenší nerovnoměrnost distribuce proudu a dá se tudíž předpokládat, že takový článek bude mít také největší životnost.

4. Poděkování

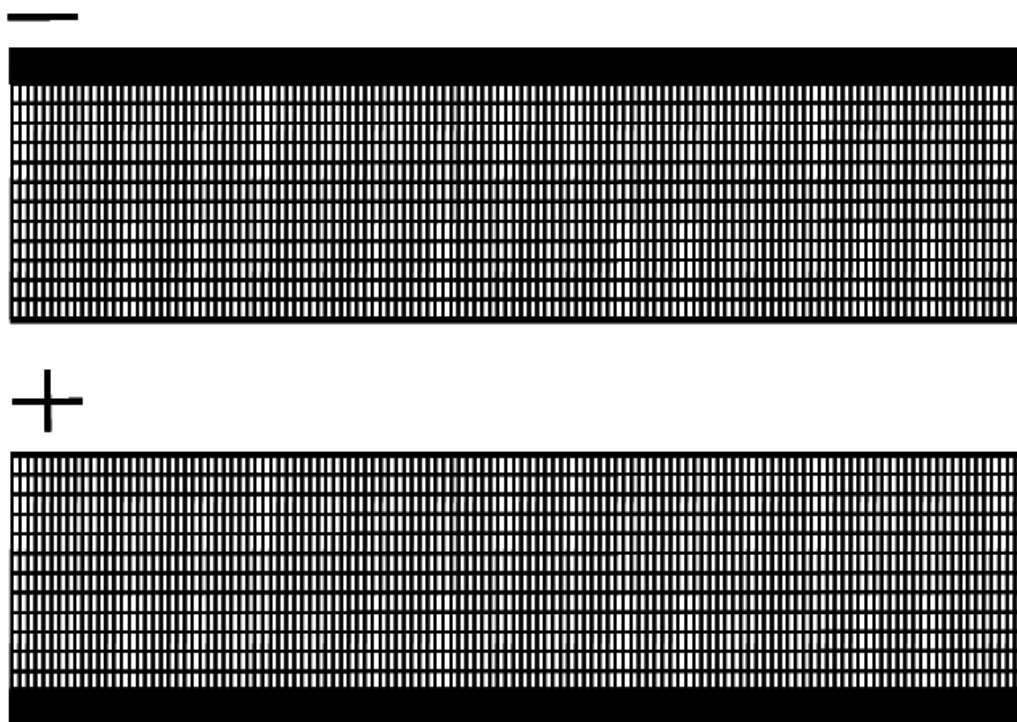
Tato práce byla sponzorována výzkumným záměrem MŠMT ČR č. MSM0021630516.

5. Literatura

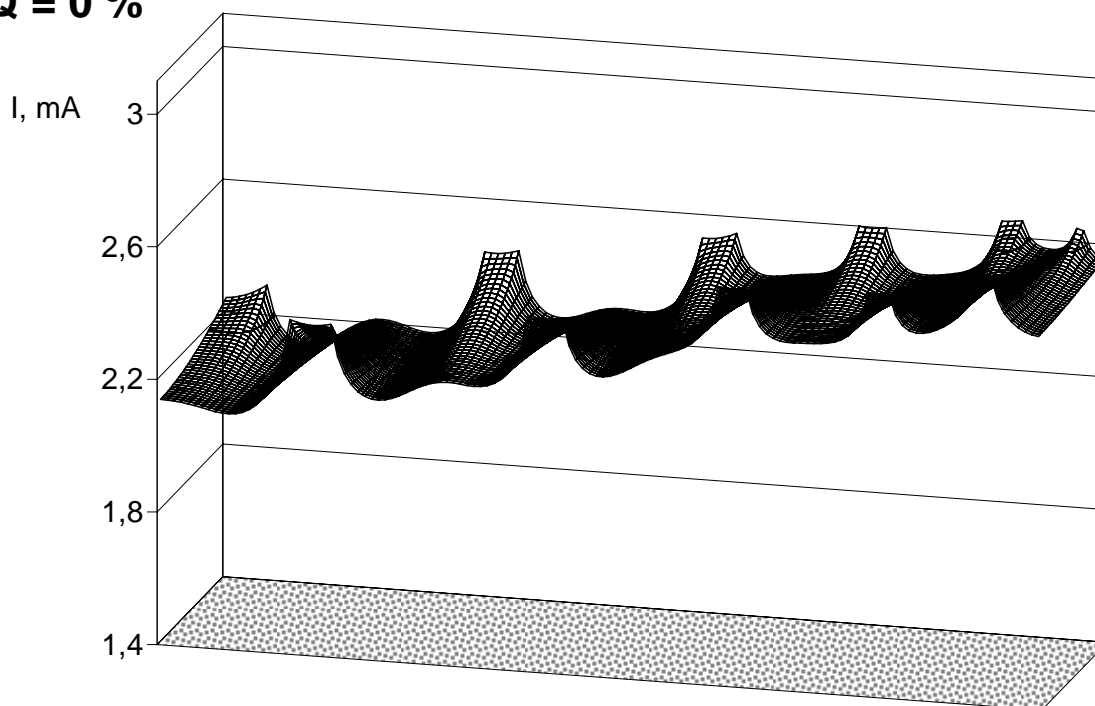
[1] P. Křivák, P. Bača, Simulation of the current distribution through the electrode system in a cylindrical type VRLA cells, IM6, Svratka 2006, #128



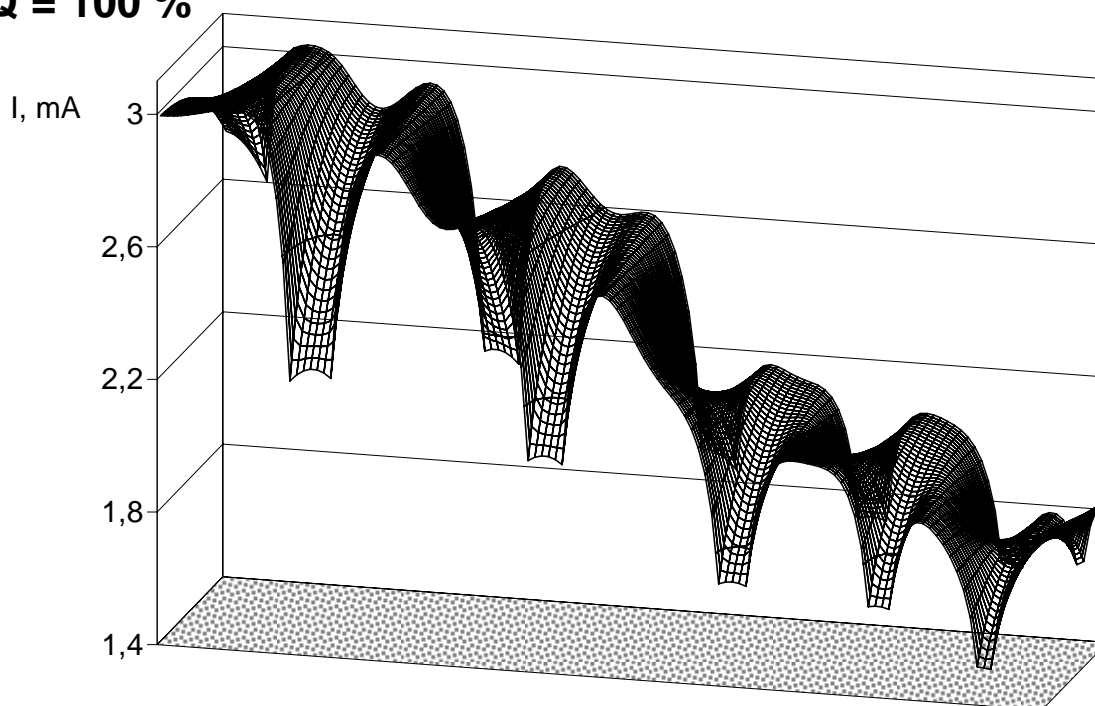
Obr. 1 Rozvinutý model článku válcového typu s protilehlým umístěním praporců.



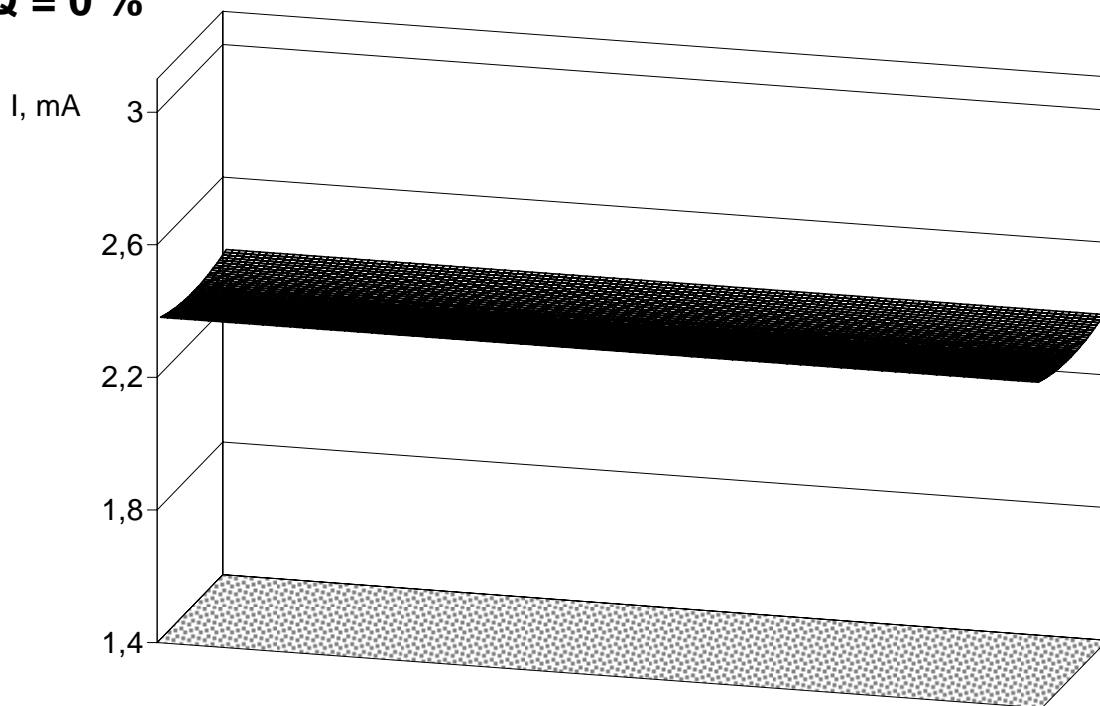
Obr. 2 Rozvinutý model článku válcového typu s planparalelními ekvipotenciálními proudovými praporci.

Q = 0 %

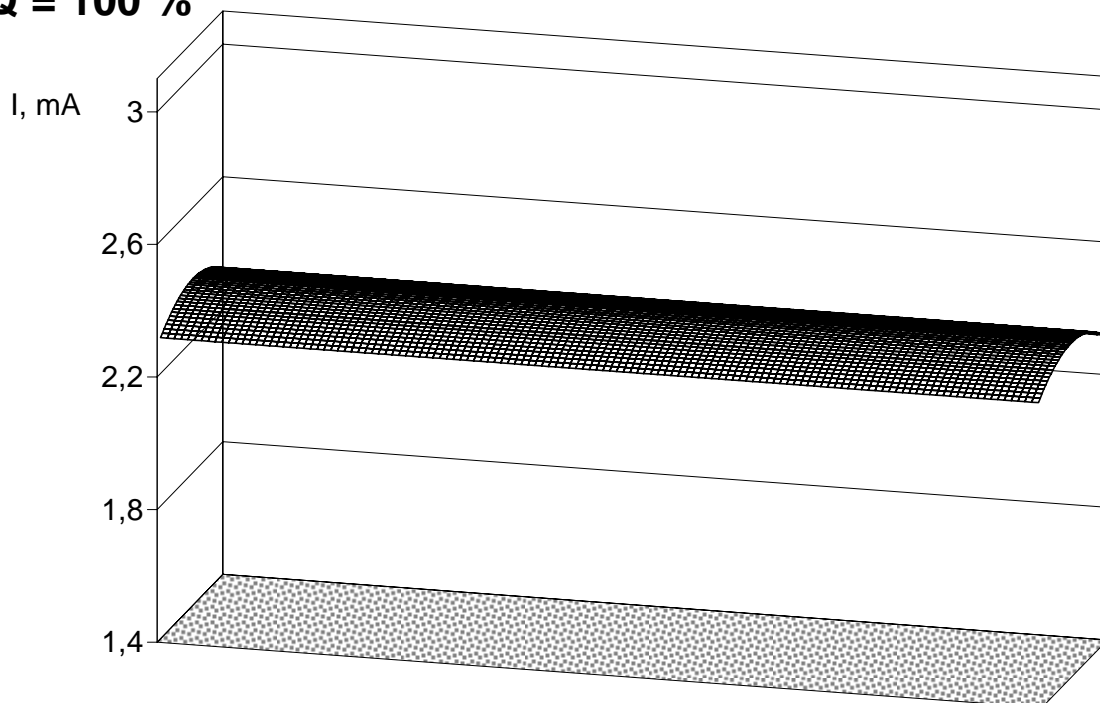
Obr. 3 Distribuce proudu po povrchu elektrod pro rozvinutý článek válcového typu s protilehlým umístěním praporců. Stupeň vybití 0 %.

Q = 100 %

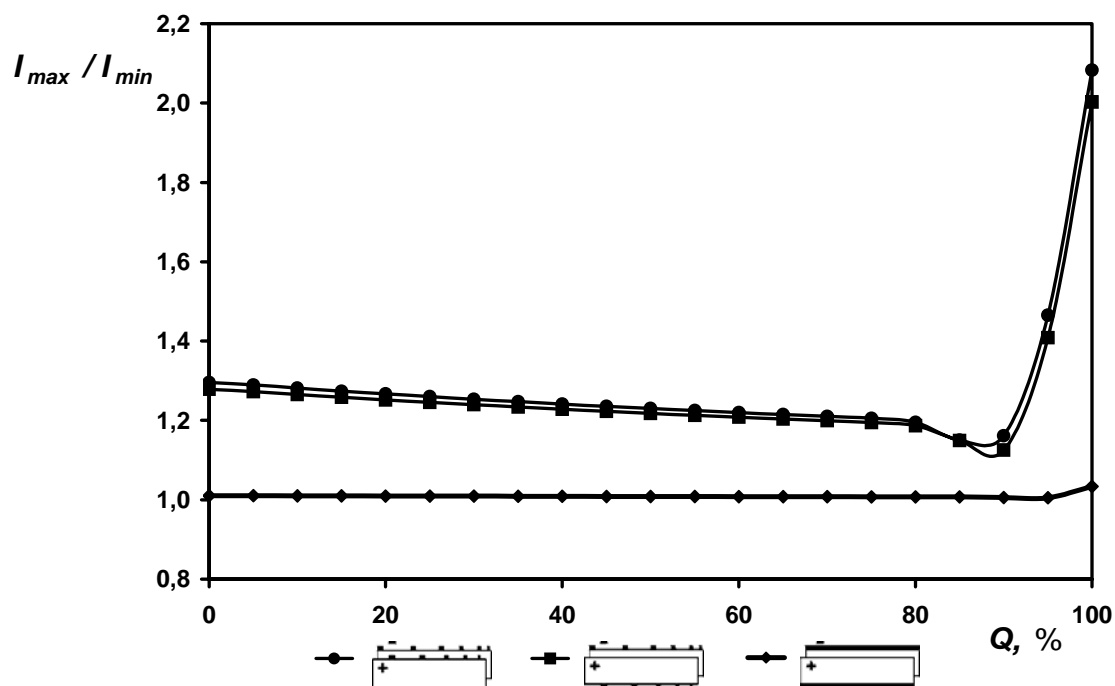
Obr. 4 Distribuce proudu po povrchu elektrod pro rozvinutý článek válcového typu s protilehlým umístěním praporců. Stupeň vybití 100 %.

Q = 0 %

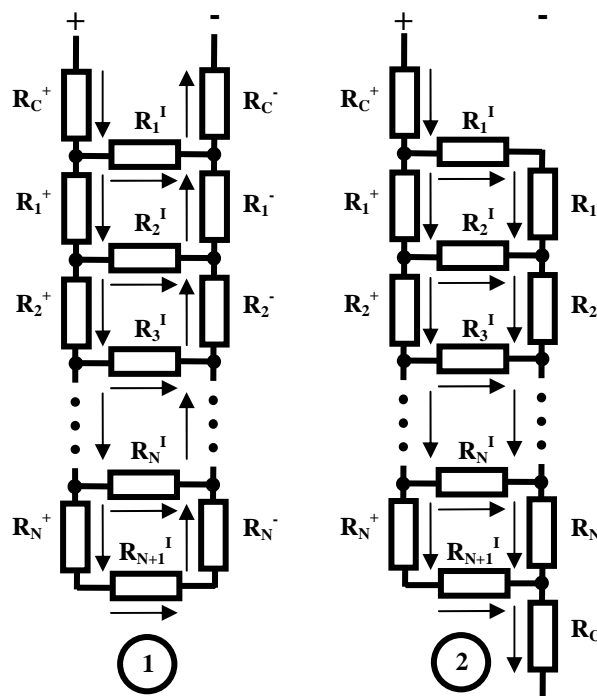
Obr. 5 Distribuce proudu po povrchu elektrod pro rozvinutý článek válcového typu s planparalelními ekvipotenciálními proudovými praporci. Stupeň vybití 0 %.

Q = 100 %

Obr. 6 Distribuce proudu po povrchu elektrod pro rozvinutý článek válcového typu s planparalelními ekvipotenciálními proudovými praporci. Stupeň vybití 100 %.



Obr. 7 Závislost I_{\max}/I_{\min} na prošlém náboji Q pro všechny varianty proudových praporců.



Obr. 8 Schéma průřezu odporové sítě napříč pokusnými články, lišícími se polohou proudových praporců. 1 – proudové praporce umístěné na souhlasných koncích elektrod, 2 – proudové praporce umístěné na opačných koncích elektrod.