

# ZKOUŠKY BATERIOVÝCH ÚLOŽIŠŤ PODLE NOREM

DIAGNOSTIKA KOMPONENTŮ  
BATERIOVÝCH POLÍ,  
MĚŘENÍ A FUNKČNÍ ZKOUŠKY



# FUNKČNÍ ZKOUŠKY BATERIOVÝCH ÚLOŽIŠŤ V SOULADU S NORMAMI

## BATERIE

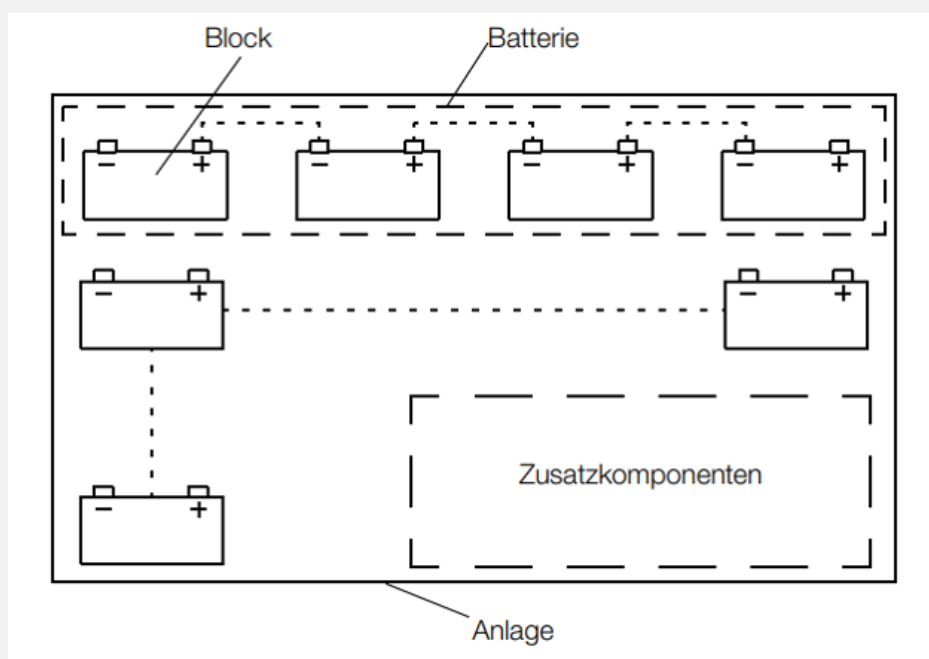
Pojem „baterie“ pochází z vojenské terminologie, kde znamená společnou sestavu více zbraní. Obdobně se tento pojem vžil pro společné propojení několika galvanických článků. V druhé polovině 20. století se použití pojmu „baterie“ rozšířilo i pro označení jednotlivých primárních nebo sekundárních článků, přičemž pro posledně jmenované se používá spíše výraz „akumulátorová baterie“ nebo zkráceně „akumulátor“. Popsané změny v používání jazyka se odrazily v normě DIN 40729 Akumulátory; galvanické sekundární články; základní pojmy, kdy se pod pojmem baterie rozumí „vždy více spojených článků“, i když v každodenním používání se tento významový rozdíl spíše stírá.<sup>1</sup>

„Baterie“ se tak používá jak pro energetické úložiště, tak jako označení pro **primární baterii**. Primární baterie znamená baterii, kterou nelze dobít, zatímco baterie, kterou lze dobít, se nazývá **sekundární baterie**, běžně též **akumulátor**.<sup>2</sup>

**Startovací baterie** pro motorová vozidla, baterie pro pohony (trakční baterie) popř. **baterie s hlubokým cyklem** pro elektromobily a stacionární (staniční) baterie pro pevné instalace, jako jsou nepřerušitelné zdroje energie, jsou vždy akumulátory.

**Přístrojové baterie** slouží k napájení malých, zpravidla přenosných přístrojů jako jsou hodiny, rádia, hračky, ruční svítilny apod., ale také pevně instalovaných přístrojů jako např. požární hlásiče. Většinou se jedná o standardní, byť v mnoha různých formách.

Přístrojové baterie musí být kompaktní, použitelné v libovolné poloze, lehké a přesto mechanicky robustní. Při běžném skladování a používání v přístroj z nich nesmí unikát kapaliny ani plyny. Na trhu jsou dostupné v různých verzích na bázi zinek-uhlík nebo alkalické s manganem. Od zinko-uhlíkových baterií se však po roce 2000 ustupuje a dnes se téměř nevyrábějí.



Struktura stacionární baterie

<sup>1</sup> Dirk Flottmann, Detlev Forst, Helmut Roßwag: Chemie für Ingenieure: Grundlagen und Praxisbeispiele

<sup>2</sup> zvei.org říjen 2019

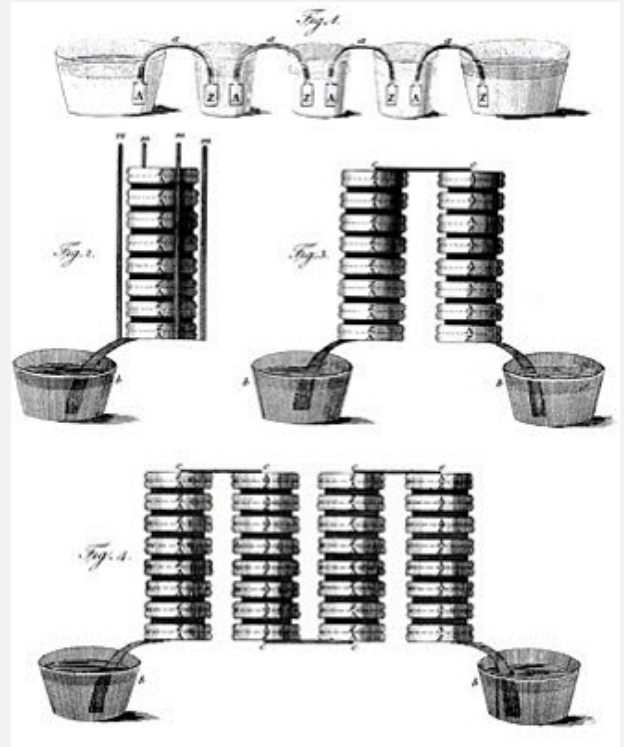
## HISTORIE BATERIE

Konstrukci starověké nádoby, známou pod názvem „Bagdádská baterie“ lze možná interpretovat jako elektrickou baterii, kdy díky vzájemnému působení mědi, železa a kyseliny mohlo vzniknout elektrické napětí cca 0,8 V. Zda tyto nádoby mohly být v době před 2 000 lety používány jako elektrické baterie v dnešním smyslu je však sporné a nelze to prokázat.<sup>3</sup>

V roce 1780 si italský lékař Luigi Galvani všiml, že žabí noha při kontaktu s mědí a železem sebou škubne, a domníval se, že jde o elektrický efekt.

První funkční elektrický článek a tím i první baterii sestrojil Alessandro Volta v podobě voltaického sloupu v roce 1800. V dalších letech následovala konstrukční vylepšení jako např. baterie skotského chemika Williama Cruickshanka, která odstranila nevýhodu vertikálního uspořádání Voltových sloupů. Historicky se pak rozlišuje mezi suchými bateriemi s pevným nebo gelovým elektrolytem a mokřými bateriemi s kapalným elektrolytem.<sup>4</sup>

Mezi historické mokré baterie, které bylo možné provozovat pouze v určité poloze, se počítá Daniellův článek, vynález Johna Fredericka Daniella z roku 1836, a různé pozdější varianty a konstrukce těchto tzv. gravitačních článků jako Poggendorffův článek s kyselinou chromovou od Johanna Christiana Poggendorffa z roku 1842, Groveho článek od Williama Grova z roku 1844 a Leclanchého článek od Georgese Leclanché z roku 1866.<sup>4</sup>



Oblast použití těchto mokřých galvanických článků bylo primárně napájení telegrafních stanic v drátové telegrafii. Dnes obvyklá suchá baterie prošla od Leclanchého článku více vývojovými kroky. První práce na toto téma pochází od Carla Gassnera, který si suchou baterii patentoval v roce 1887.<sup>5</sup>

V roce 1901 použil Paul Schmidt v Berlíně poprvé suchou baterii v ruční svítilně.

Nejvýznamnější baterie z komerčního hlediska jsou dnes převážně sekundární baterie<sup>6</sup>, přičemž největší roli hrají olověné akumulátory a lithium-iontové akumulátory.<sup>7</sup>

Primärbatterien sind dennoch aufgrund deren geringen Kosten für viele kleinere Geräte, wie Taschenlampen und Uhren, weiterhin gefragt. Unter den Primärbatterien ist die Alkali-Mangan-Batterie die wirtschaftlich bedeutsamste.<sup>8</sup>

<sup>3</sup> Riddle of 'Baghdad's batteries'. In: news.bbc.co.uk. BBC, 27. února 2003.

<sup>4</sup> William Edward Ayton: Practical Electricity. Cassell, London 1891, s. 212 a další. (Online).

<sup>5</sup> Patent US373064: Galvanic Battery. Zveřejněno 15. listopadu 1887, Vynálezce: Carl Gassner.

<sup>6</sup> The Global Battery Market – an Industry Report Review, Batteries, Climate Change and the Environment. 2. srpna 2014

<sup>7</sup> Battery Market Size & Share | Industry Report, 2020-2027

<sup>8</sup> Primary Battery Market | Growth, Trends, and Forecast (2020 - 2025). načteno 16. října 2020



Moderní primární baterie

## ZKOUŠKY BATERIOVÝCH SYSTÉMŮ

Bateriová úložiště zaujímají ve vztahu k zabezpečení zásobování elektrickou energií stále důležitější pozici. Však se již celá desetiletí používají zejména, i když nejen, v oblasti nouzových zdrojů napájení. Baterie však v průběhu času podléhají nevratným procesům stárnutí, kterým nelze zabránit a které vedou k úbytku poskytované kapacity. Za účelem zajištění dostupnosti jmenovité kapacity stacionárních bateriových systémů jsou nezbytné opakované testy a dobře organizovaná údržba. Cílem je zjistit aktuální stav baterie a lokalizovat bloky ovlivněné stárnutím dříve, než dojde k většímu poškození a k ovlivnění a snížení kapacity celé baterie.

Relevantní předpisy	Obsah směrnic a norem
IEEE 450-2010	Recommended Practice for Maintenance, Testing, and Replacement of Vented Lead-Acid Batteries for Stationary Applications
IEEE 1188-2005	Recommended practice for maintenance, testing and replacement of VRLA batteries for stationary applications
EPRI	Stationary battery guide: Design, application and maintenance
DIN IEC 21/455/CD: 1998-12	Návod k použití monitorovacích systémů pro stacionární olovené akumulátory
DIN EN 50272-2 VDE 0510-2:2001-12	Bezpečnostní požadavky na baterie a bateriové systémy (od dubna 2021 převzato v ČSN EN IEC 62485-2)
ČSN EN IEC 62485-2 (VDE 0510-485-2)	SBezpečnostní požadavky pro akumulátorové baterie a bateriové instalace - Část 2: Staniční baterie

### ■ Měření v systému UPS:

- ▶ AC a DC napětí
- ▶ DC proud
- ▶ Vnitřní odpor
- ▶ Hustota kyseliny
- ▶ Teplota

### ■ VIZUÁLNÍ KONTROLA: Uplatňují se předpisy uvedené ve výše uvedených normách.

### ■ ÚDRŽBA NABÍJENÍ: Měří a zaznamenávají se všechny hodnoty napětí jednotlivých bateriových bloků v bateriovém systému, často ve středních intervalech (čtvrtletní kontroly).

### ■ NABÍJENÍ / VYBÍJENÍ: Zde se několikrát kontrolují napěťové hodnoty bateriového bloku, například během řízeného vybíjení. Je třeba provést vždy alespoň 2 testovací cykly.

### ■ ODPOR: Vedle naměřených hodnot napětí jednotlivých bloků (viz ÚDRŽBA NABÍJENÍ) se zaznamenávají hodnoty příslušných vnitřních odporů.

### ■ INTERVAL U / INTERVAL U + I: Ve volně definovatelných časových intervalech lze zaznamenávat křivky průběhu napětí a proudu během procesu nabíjení a vybíjení.

### ■ KONEKTORY: Měření úbytku napětí na konektorech, rovněž během vybíjení.

### ■ TEPLOTA: Záznam teploty bloků, často probíhá společně s měřením v rámci údržby nabíjení.

### ■ HUSTOTA: Měření hustoty elektrolytu bateriových bloků (u uzavřených baterií).

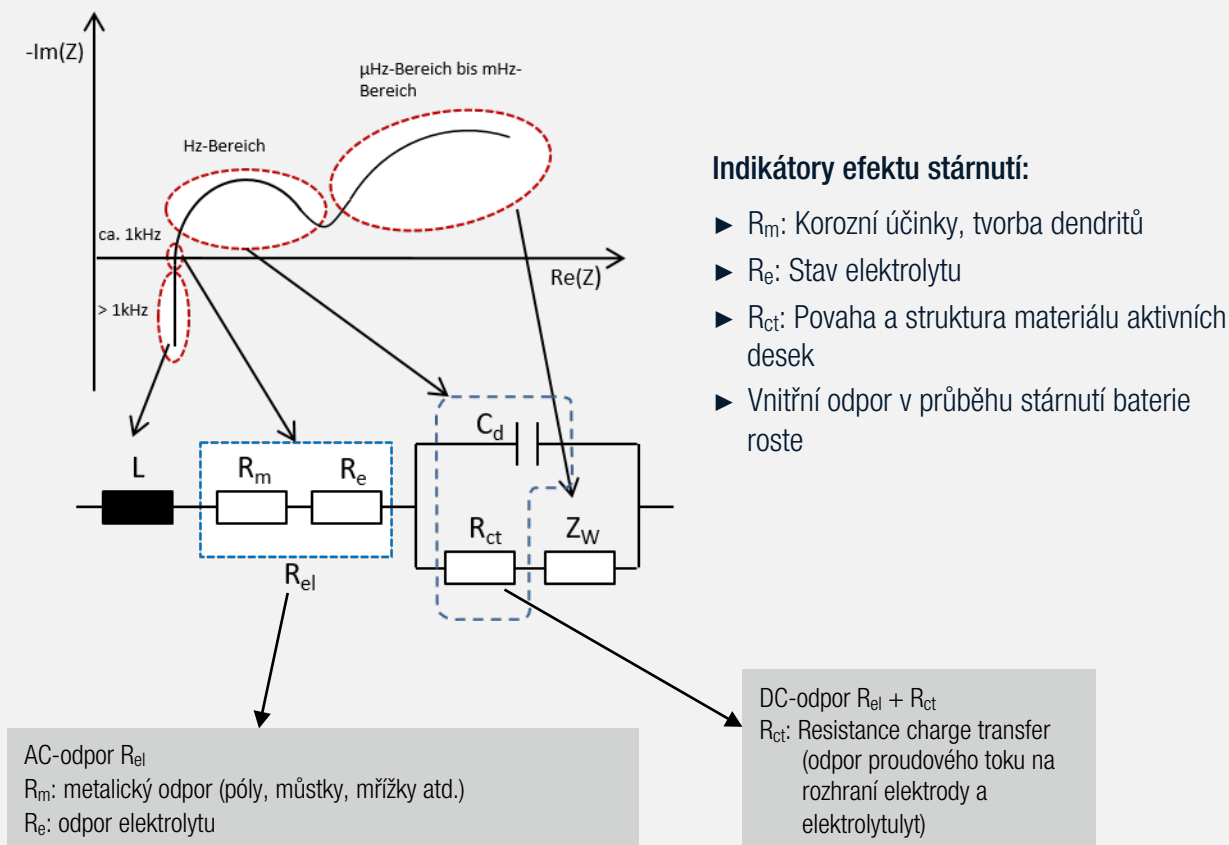
## UDRŽOVACÍ NABÍJENÍ – souvislosti

- Při použití v oblasti UPS je údržovací nabíjení důležité, abychom předešli samovolnému vybíjení baterie.
- Od hodnoty napětí 2,4 V na článek, tzv. plynovací napětí, vznikají v olověném akumulátoru plynové bubliny. To urychluje korozi elektrod a během dlouho trvajícího přebíjení může docházet k tvorbě výbušného plynu, tvoří se vodík.
- Optimální napětí pro údržbu nabíjení s minimálním korozivním efektem leží u olověných baterií v rozmezí 2,20 V až 2,25 V na článek.
- U kritických aplikací je nutné provést korekci teploty. U olověných baterií leží korekční faktor v rozmezí -0,004 V/K až -0,003 V/K.

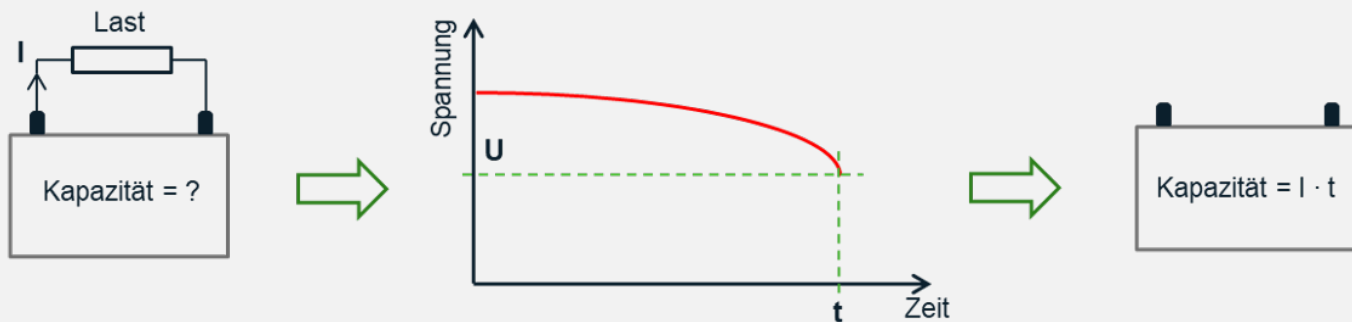
## VNITŘNÍ ODPOR – indikátor pro SOH (State of Health)

- Olověné baterie podléhají od okamžiku výroby v průběhu své životnosti nevratnému procesu stárnutí.
- S přibývajícím stářím bateriových komponentů roste vnitřní odpor.
- Na základě změny vnitřního odporu baterie v průběhu času lze odhadnout její „stav života“, SOH (State of Health).
- To předpokládá, že při instalaci baterie se změří její vnitřní odpor jako referenční hodnota pro další hodnocení.

## VNITŘNÍ ODPOR – elektrochemický model (pro olověné baterie)



## TEST KAPACITY – souvislosti



### Blok: nabití / vybití

- Vícenásobné měření napětí bloku v průběhu nabíjení / vybití
- Díky měření na základě odchylných hodnot napětí lze identifikovat bloky postižené stárnutím (např. předčasný pokles napětí během procesu vybití)

### Baterie: interval U / interval U+I

- Záznam celého průběhu nabíjení / vybití baterie s ohledem na napěťovou a proudovou křivku
- Na základě množství ampérhodin spotřebovaných při nabíjení a uvolněných při vybití lze určit kapacitu baterie

## KONEKTORY – měřicí postup

Měření úbytku napětí na konektorech

- Měření se provádí během vybití
- Tímto měřením lze zkontrolovat poškození konektorů na blocích nebo jejich nedostatečné dotažení

## TEPLOTA – souvislosti

Teplota článku je důležitý indikátor „zdravotního stavu“ (SOH).

- Díky korozi nebo tvorbě dendritů mohou vznikat interní zkraty. Následkem je zvýšení teploty článku. Díky zvýšené teplotě dochází k rychlejšímu vysychání elektrolytu, což vede k dalším korozním procesům. Zvýšená koroze znamená zvýšenou teplotu -> Thermal Runaway (nebezpečí požáru).
- Často vznikají zkraty mezi jednotlivými deskami. Zůstane-li udržovací napětí stejné, zvýší se napětí na nezkratovaných článcích a vzniká vodík -> nebezpečí výbuchu.

## HUSTOTA KYSELINY – Hsouvistosti

Určení stavu nabití pomocí měření hustoty kyseliny

- Uzavřená olověná baterie, hustota kyseliny při plném nabití: 1,22-1,26 kg/m<sup>3</sup> (podle typu baterie), při plném vybití: 1,1 kg/m<sup>3</sup>
- Měření hustoty kyseliny s plně nabitými bateriemi
- Porovnání hustoty kyseliny u jednotlivých článků mezi sebou -> identifikace defektních článků
- Měření teploty elektrolytu

## TESTER PRO BATERIOVOU TECHNIKU: METRACELL BT PRO

**Použití:** Testování a údržba uzavřených a odvětrávaných olověných akumulátorů. Testování mechanických (např. koroze pólů) a elektrochemických (např. přechodový odpor mezi elektrodou a elektrolytem) známek stárnutí baterie.

- Vizualní kontrola podle příslušných norem
- Opakované revize UPS systému
  - ▶ Měření udržovacího nabíjecího napětí za účelem kontroly poškození bateriových bloků (zvýšená spotřeba)
  - ▶ Záznam průběhu napětí a proudu při vybíjení baterie (volitelně s proudovým kleštěmi) -> test kapacity na úrovni baterie
  - ▶ Měření napětí bloků během nabíjení nebo vybíjení baterie -> test kapacity úrovně bloků
  - ▶ Stanovení vnitřního odporu pro referenční testování bloků olověných baterií
  - ▶ Detekce teploty bloku pomocí volitelného infračerveného senzoru
  - ▶ Zjišťování hodnot hustoty kyseliny pro stanovení kvality elektrolytu (u uzavřených baterií) - odečítání pomocí externího měřicího zařízení
- Odhad SOH (State of Health) baterií na základě historických dat (srovnávací hodnoty)



Vizualizace vyhodnocení naměřených dat



### Autor (překlad)

**ANDREAS STOLLBERG**  
Produkt Manager Laborstromversorgungen  
Gossen Metrawatt GmbH

Tel: + 49 911 8602-717  
Fax: + 49 911 8602-80717  
E-mail: [andreas.stollberg@gossenmetrawatt.com](mailto:andreas.stollberg@gossenmetrawatt.com)

**GMC INSTRUMENTS**



GMC - měřicí technika, s.r.o.  
Fügnerova 1a ▪ 678 01 Blansko ▪ Česká republika  
TEL +420 516 482 611, +420 516 410 905

[www.gmc.cz](http://www.gmc.cz) ▪ [gmc@gmc.cz](mailto:gmc@gmc.cz)