



PRAGOLAB DISCOVERY DAYS 2022



thermoscientific

Baterie - chemické zdroje elektrického proudu



Pavel Janderka

Pragolab s.r.o. – Bio-Logic

Phone: +420 731 61 330

Mail: janderka@pragolab.cz

Web: www.pragolab.cz

EL-CELL®



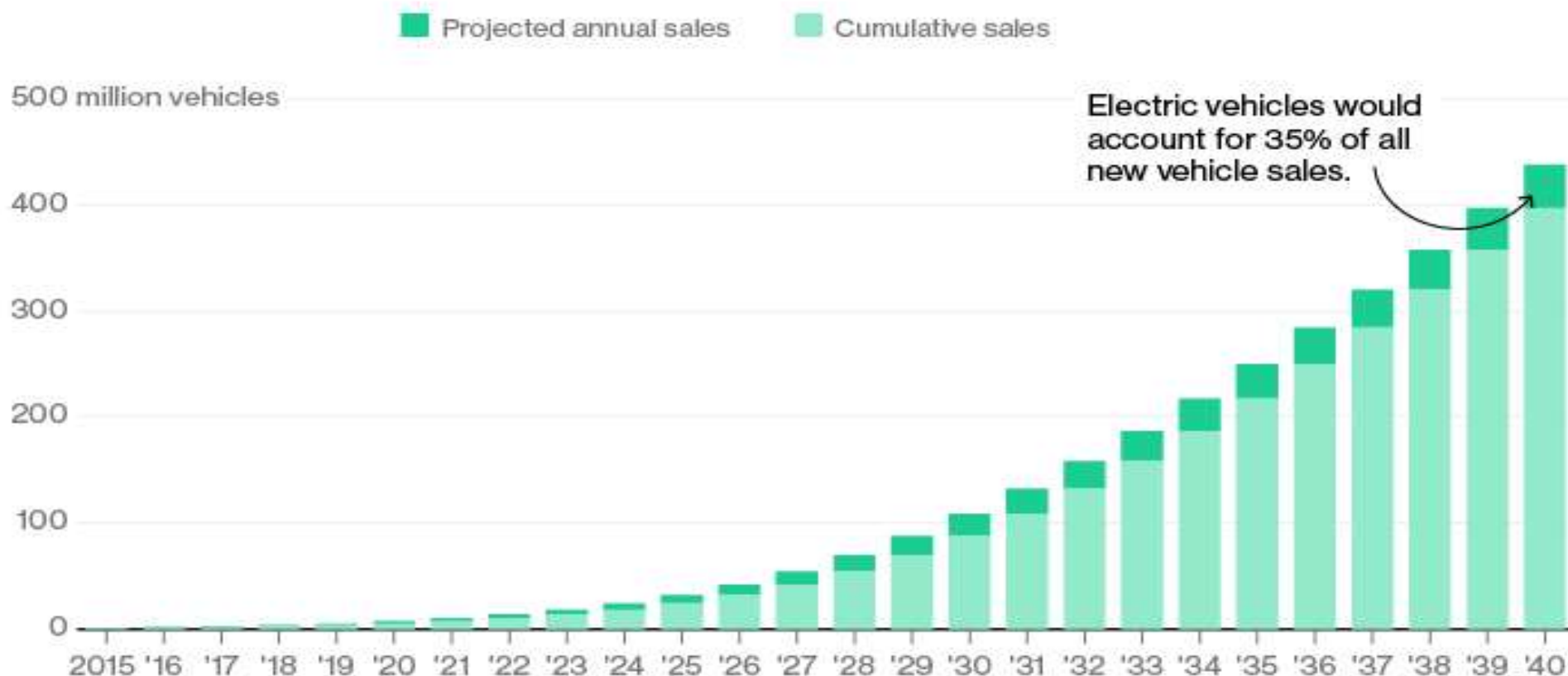




Předpověď růstu trhu s EV do 2040 – Bloomberg

The Rise of Electric Cars

By 2022 electric vehicles will cost the same as their internal-combustion counterparts. That's the point of liftoff for sales.



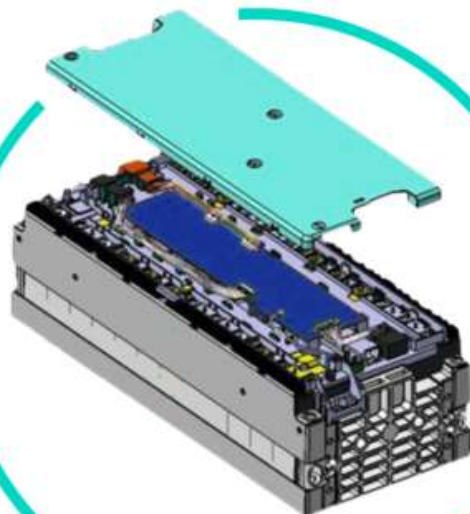
Sources: Data compiled by Bloomberg New Energy Finance, Marklines

Bloomberg

Baterie EVH



ČLÁNEK

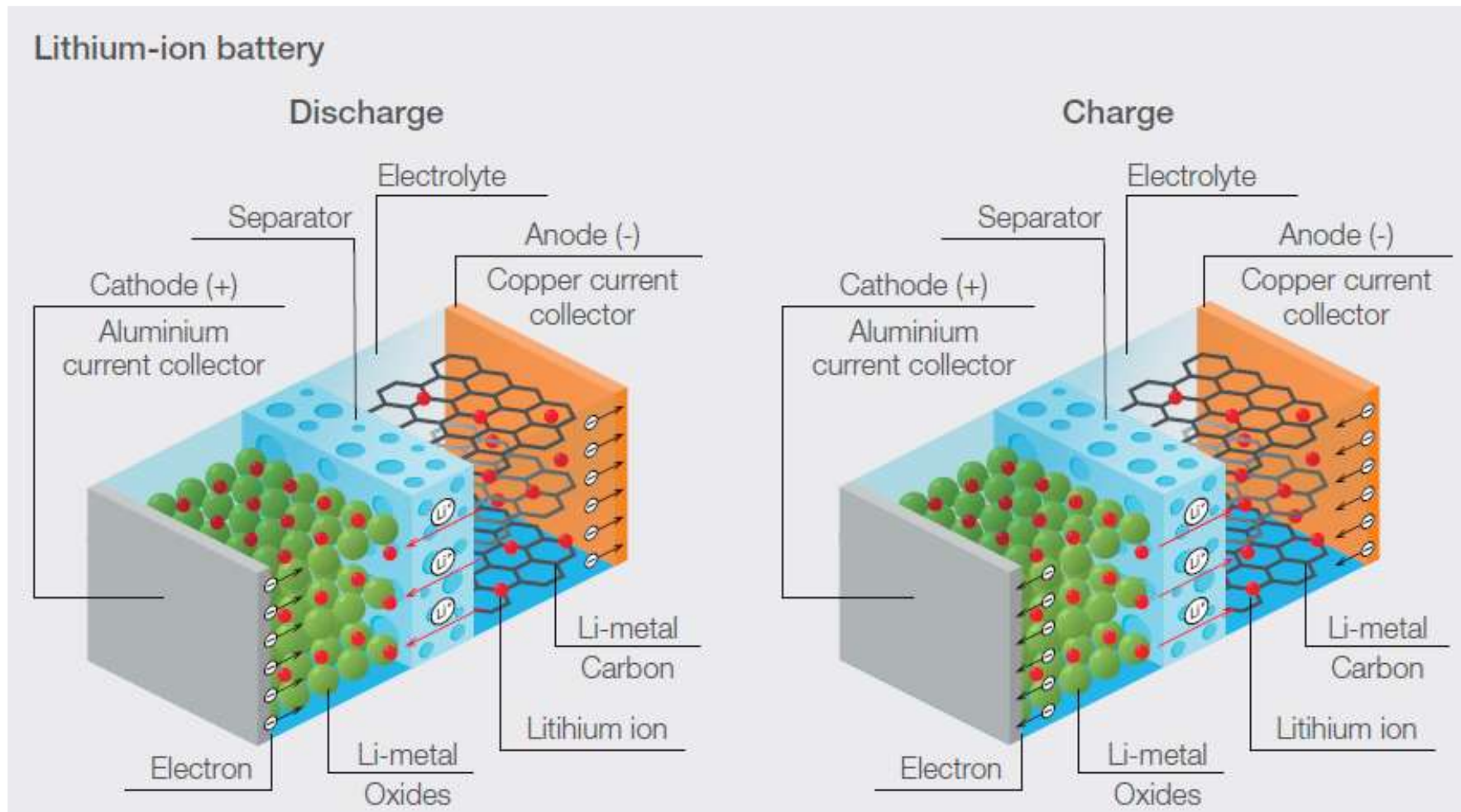


MODUL



BATERIE

Konstrukce a chemické složení Li baterií



Baterie Tesla S váží 540 kg, při výkonu 85 kWh je tvořena 7104 články sestavenými do modulů-svazků



Konstrukce a chemické složení Li baterií

dva poločlánky oddělené separátorem



Potřebné používané suroviny a materiály pro výzkum, vývoj a výrobu moderních, zejména lithiových baterií, reprezentují rozsáhlý chemický prostor pro vysoce kvalifikovanou chemickou instrumentaci.

Baterie typicky obsahuje:

- bezvodé rozpouštědlo se solemi lithia,
- dále materiály elektrod, podvojně soli lithia a těžkých kovů, např. Fe, Co, Mn, Ni, prvky vzácných zemin (samarium, neodym atp.)
- a dále měď, mangan, hliník, ocel, grafit
- materiál separátorů, obal, guma, plasty a další komponenty.

Typická materiálová charakteristika EV baterie

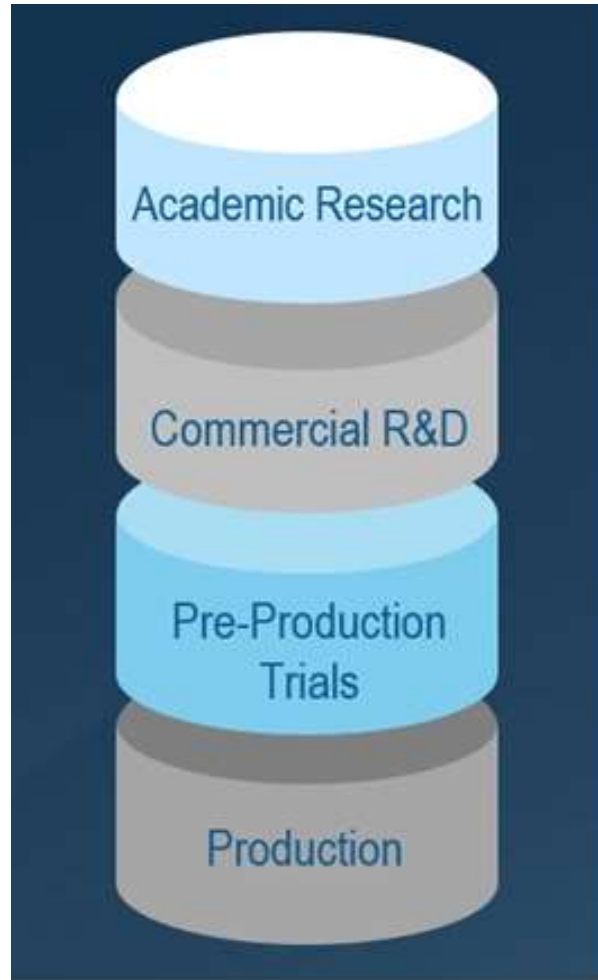
Baterie aut nižší střední a střední třídy, jako je třeba Škoda Octavia či VW Golf, váží zhruba 450 kilogramů.

Obsahují cca

- 12 kg lithia,
- 36 kg niklu,
- 20 kg manganu,
- 14 kg kobaltu,
- 91 kg mědi a
- 182 kg oceli, hliníku a plastů.

Kvůli výše zmíněnému množství je totiž třeba zpracovat 200 tisíc kilogramů materiálu, jenž mimo jiné zahrnuje 11 tun roztoku lithia, 14 tun kobaltové rudy, přes 11 tun měděné rudy a 250 kg niklové rudy.

Téma „baterie“ je zajímavé pro všechny



- Akademický i komerční R&D
- Univerzity
- Výzkumné instituce
- Průmyslové aplikace
- Vývojoví inženýři
- Výrobci
- OEMs
- Koncoví uživatelé
- Odpadové hospodářství

Primární příležitosti a potřeby analytických technik při vývoji, výrobě a recyklaci baterií

- Analýza minerálů, rud a solí pro části Li-baterií (TEA, IC)
- Produkce Li-solí (především Li_2CO_3 , LiOH) (TEA, IC)
- Vývoj nových materiálů pro baterie a nových typů baterií (TEA, GC, GC-MS, IC, HPLC, XPS)
- Složení katodových materiálů, analýza, výroba QA/QC (Li, Ni, Mn, Co and Al) (TEA, XPS)
- Čistota elektrolytu a analýza složení (LiPF_6 , organická rozpouštědla) (TEA, GC)
- Kontrola čistoty anodických materiálů (grafit, měď) (TEA)
- Procesy degradace baterií (GC-Orbitrap, GC, TEA, IC, XPS)
- Odpadové hospodářství a recyklace materiálů baterií (TEA, GC, IC)



Základní parametry článku/baterie

- minimální a maximální napětí
- nabíjecí a vybíjecí elektrická kapacita
- počet cyklů – odolnost vůči degradaci
- účinnost
- DC vnitřní rezistivita





Aplikace

- Výuka/Vzdělávání
- Obecná elektrochemie
- Koroze
- Ukládání energie, ...



SP-50e

SP-150e

SP-200/300

Skutečně nezávislé kanály

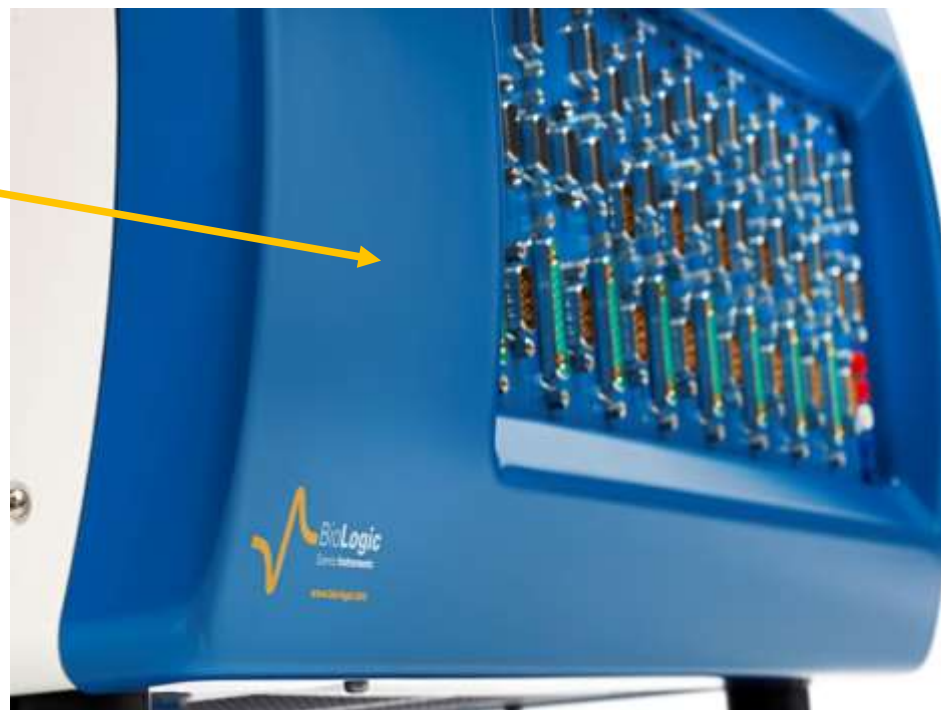
- Až 16 nezávislých kanálů

- EIS (10 μ Hz do 7 MHz)

- Synchronizovaný nebo sdružený

- Volitelný „Ultra Low current module“, 80 attoA

- Multiuživatelský
- od 1 pA do 150 A s interním boosterem



VSP

VSP-300

VMP-3e

VMP-300

Pro testování bateriových svazků - se zachováním EIS



HCV 3048, 30 A/48 V, 4x až 120 A

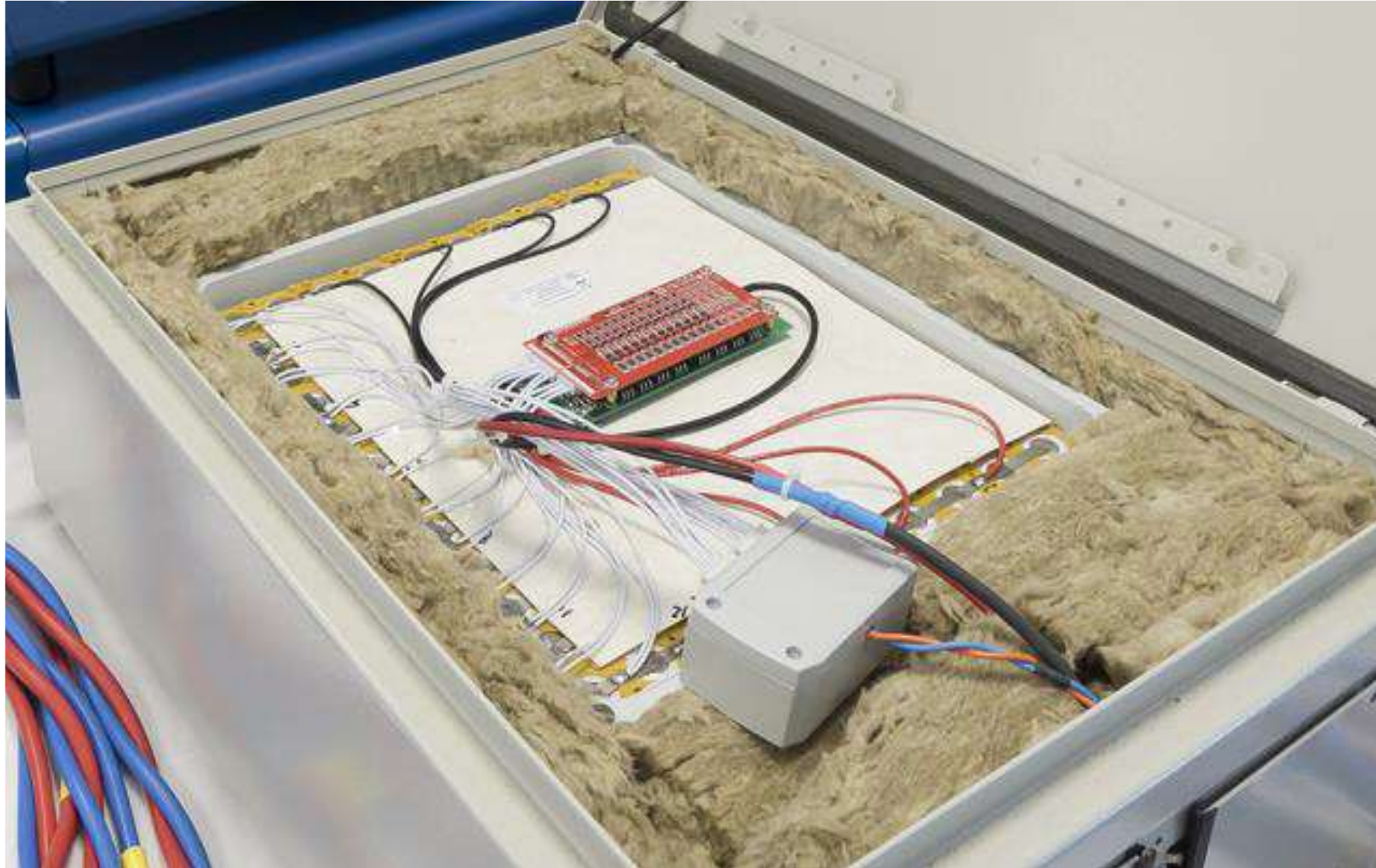


- ❑ 60 V/50 A with the FlexP 0160/FlexP0060 to address battery pack characterization
- ❑ 12 V/200 A with the FlexP 0012 to address the electrolyzer and fuel cell/electrolyzer characterization

Bateriové moduly – svazky

Vozidla s elektrickým pohonem

Electrical Vehicle (EV) nebo Hybrid EV





■ BCS-COM

■ BCS-805

■ BCS-810

■ BCS-815

■ 15A/channel



8-kanálové moduly s vzduchovým chlazením

■ 4 velikosti kabinetů

BCS-8XX

- 8 kanálů na modul
- 5 proudové rozsahy až k 10 μ A
- Možnost paralelizace: 120 A (BCS-815)
- EIS měření: 10mHz do 10kHz
- Možnost termočládku ke každému kanálu
- 40 μ V rozlišení potenciálu (18 bits)

□ 24U (116 x 60 x 60 cm)



□ 6U (25 x 60 x 60 cm)



□ 12U (55 x 60 x 60 cm)



□ 38U (188 x 60 x 60 cm)



BCS-815: paralelizace kanálů – proudové kolektory CC8



■ Lze dosáhnout až 120 A na výstupu

Držáky článků a další příslušenství



4 POINT
measurement



4 POINT
measurement

CCH-8



4 POINT
measurement

PPBH-1100



4 POINT
measurement

4 POINT
measurement



SW BT Lab - základní grafické rozhraní

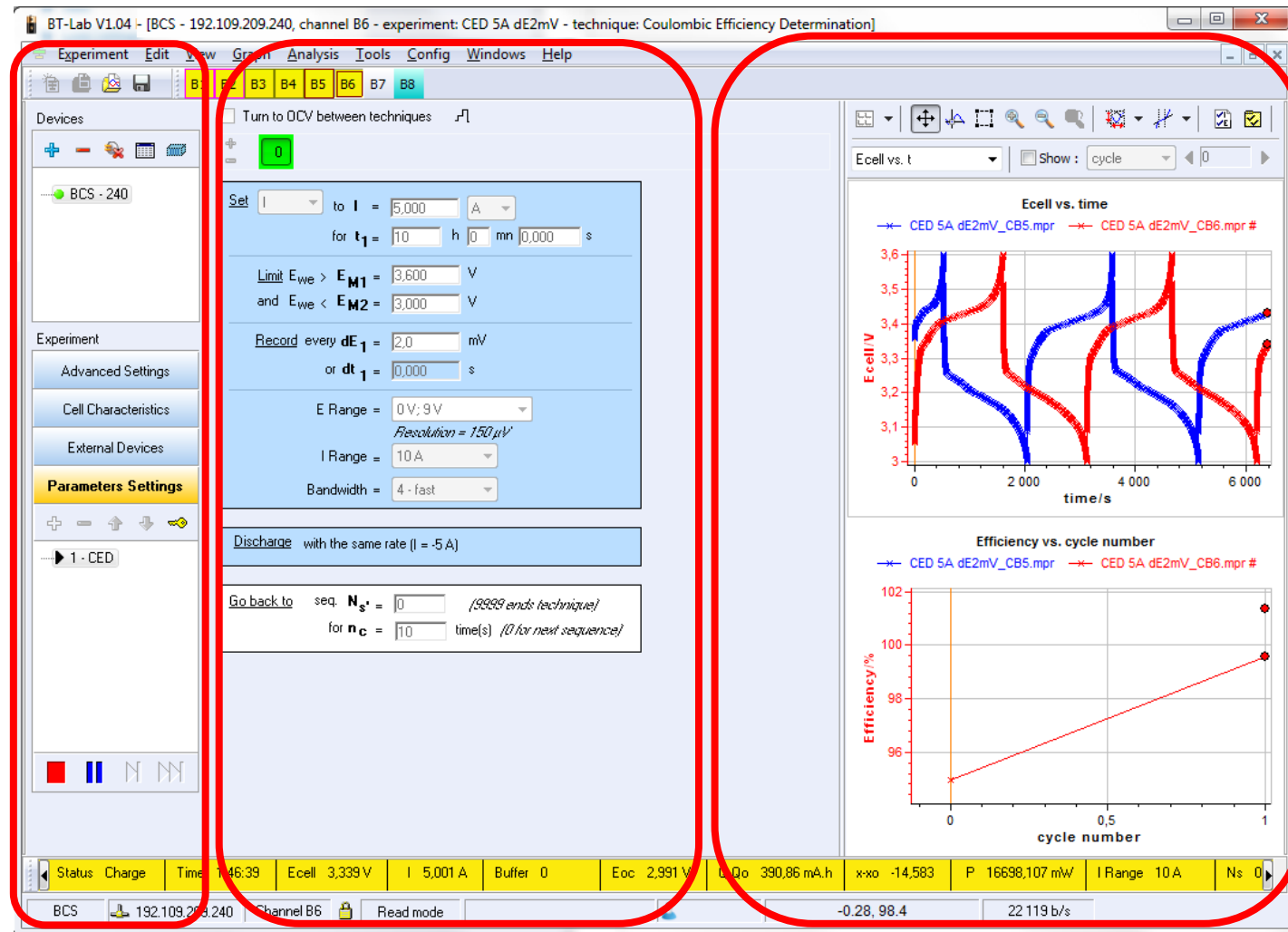
Výběr zařízení

Nastavení experimentu

Grafické znázornění dat)

■ BT-Lab® Interface je rozděleno na tři části:

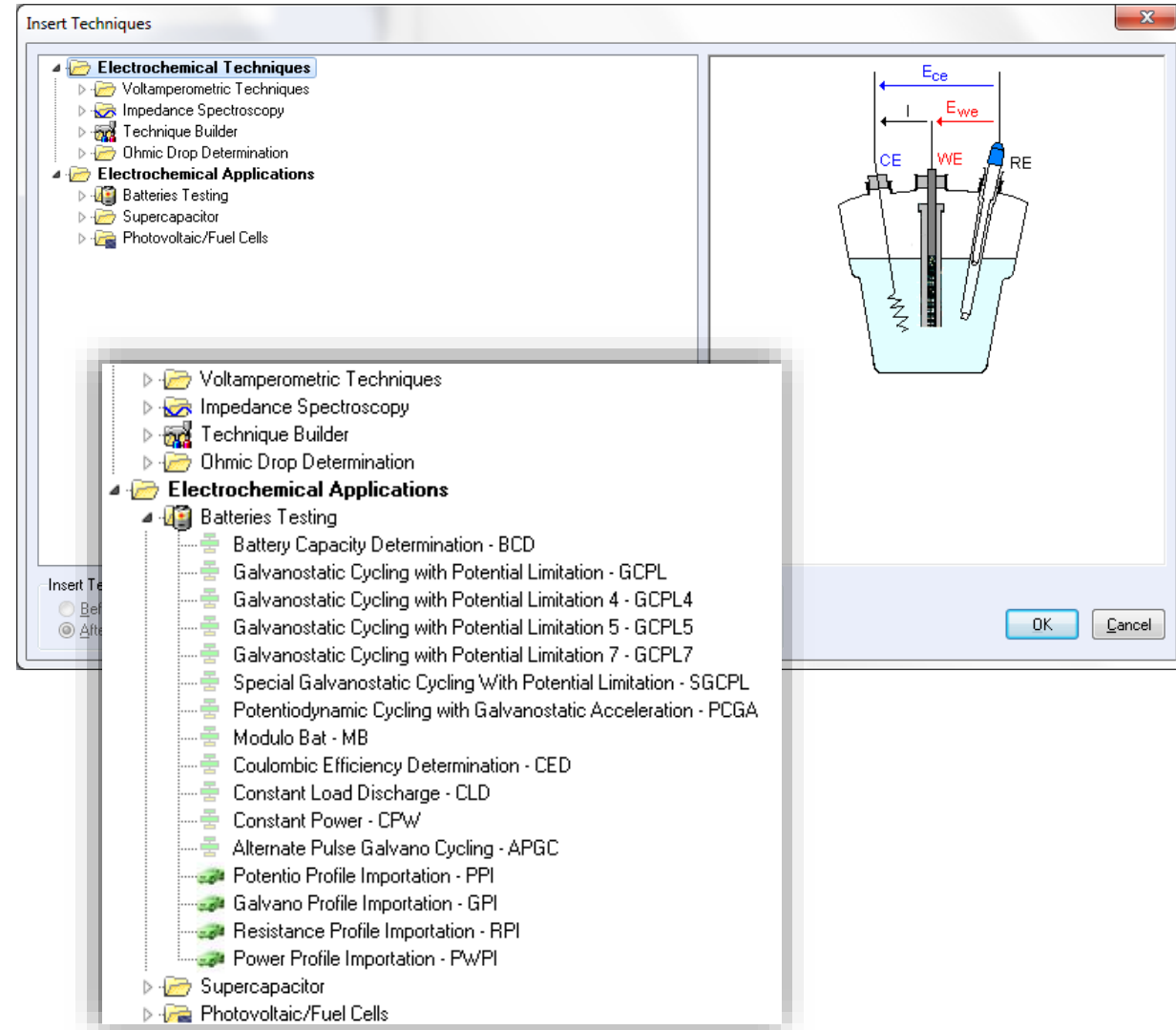
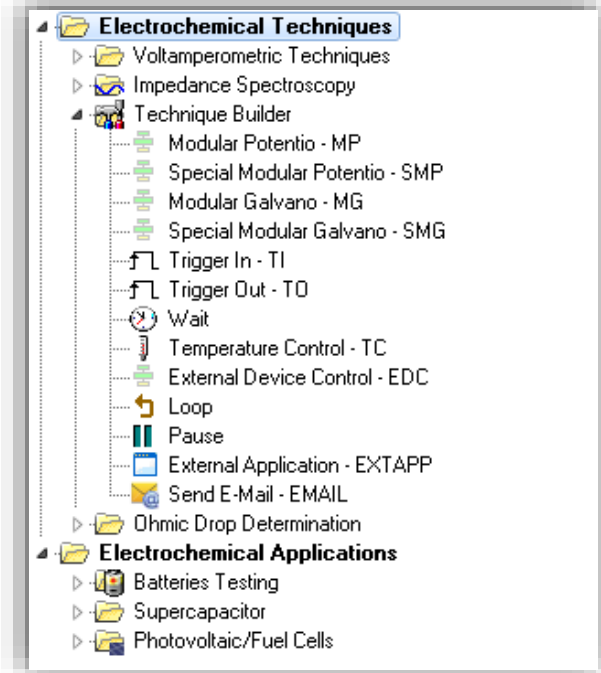
- Výběr a nastavení zařízení a výběr experimentu
- Okno pro nastavení parametrů experimentu
- Grafické okno pro sledování a vizualizaci experimentu



Příklady výběru měřících technik

List of techniques and applications :

- Voltamperometric techniques
- EIS
- Technique builder
- Ohmic drop
- Battery testing
- Supercapacitor
- Photovoltaics/fuel cells



Stavové rozhraní – reálný pohled na stav zařízení

■ Barevné a parametrová vizualizace stavu experimentu na jednotlivých kanálech

■ Stavové barvy

- Nabíjení: žlutá
- Vybíjení: zelená
- Error: červený (blikající)
- Čekající: modrá
- EIS: purpurová
- Zastavené: bez barvy

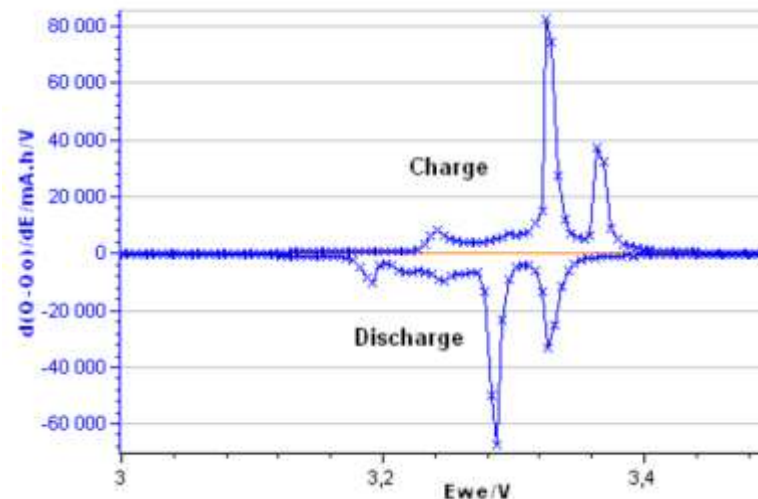
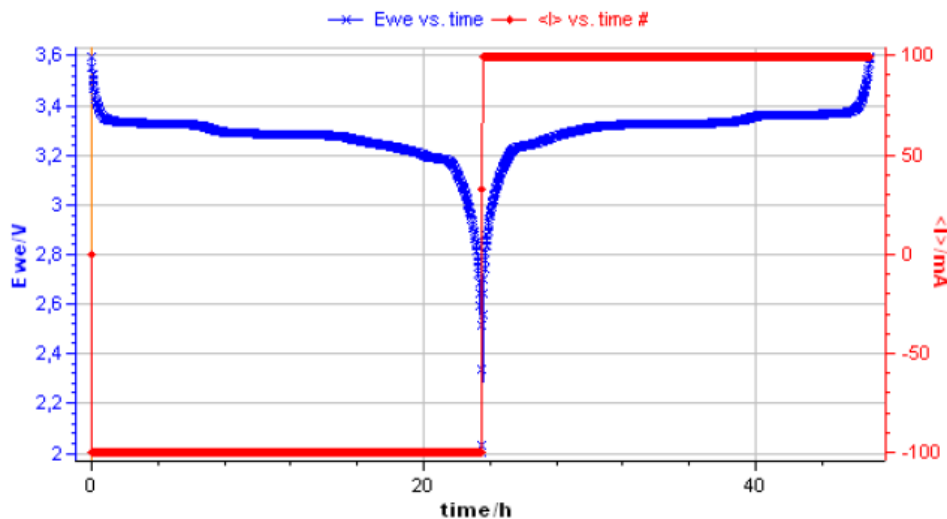
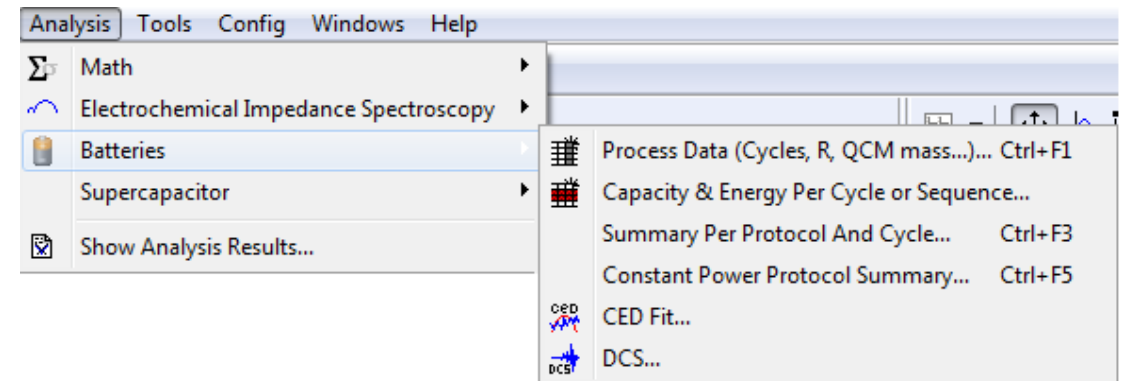
■ ukazuje paralelizované kanály

The screenshot shows a 'Global View' window with a grid of experimental channels. The channels are grouped into three sections: BCS - 134, BCS - 232, and BCS - 236. Each channel has a user-defined name, a status, an amplifier, and several parameters (I, Ecell, buffer, Temp). The status is color-coded according to the legend: yellow for charging, green for discharging, red for error, blue for waiting, purple for EIS, and no color for stopped. The data is as follows:

Section	Channel	User	Status	Amplifier	I	Ecell	buffer	Temp	
BCS - 134	B1Z	g	Charge		0,100 A	3,307 V	0%	25,1 °C	
	B2Z	g	Discharge		-0,100 A	3,290 V	0%	24,9 °C	
	B3Z	g	Charge		0,100 A	3,299 V	0%		
	B4Z	g	Charge		0,100 A	3,300 V	0%		
	B5Z	g	Charge		0,100 A	3,284 V	0%		
	B6Z	g	Discharge		-0,100 A	3,268 V	0%	25,4 °C	
	B7Z		Paused		0,000 A	3,298 V	0%	26,4 °C	
	B8Z	g	Charge		0,100 A	3,283 V	0%	26,2 °C	
	BCS - 232	C1Z	g	Discharge		-0,100 A	3,291 V	0%	
		C2Z	g	Charge		0,100 A	3,300 V	0%	
		C3Z		Charge		0,100 A	3,299 V	1%	
		C4Z	g	Discharge		-0,100 A	3,290 V	0%	
		C5Z		Stopped		0,000 A	3,293 V	0%	
		C6Z	g	Charge		0,100 A	3,300 V	0%	
		C7Z	g	Charge		0,100 A	3,301 V	0%	
		C8Z	g	Charge		0,100 A	3,301 V	0%	
BCS - 236		C1Z	g	Charge	BCS	0,500 A	3,296 V	0%	
		C2Z	g	Charge	BCS	0,508 A	3,346 V	0%	22,2 °C
		C3Z	g	Charge	BCS	0,502 A	3,323 V	0%	
		C4Z		Relax	BCS	0,000 A	3,295 V	0%	
		C5Z		Stopped	BCS	0,000 A	3,442 V	0%	
		C6Z		Stopped	BCS	0,000 A	0,317 V	0%	
		C7Z	p	Discharge	20 A	-29,991 A	2,803 V	0%	
		C8	p						

Nástroje pro pokročilou analýzu dat

- Hlavní parametry baterií jako nabíjecí-vybíjecí kapacity, DC vnitřní odpor, účinnost, výkon, počet cyklů ... jsou automaticky zaznamenána v „raw“ datovém souboru
- Další parametry mohou být získány pomocí pokročilých analytických nástrojů - Analysis tools
 - DCA (Differential Capacity Analysis).
 - DCS (Differential Coulometry Spectroscopy).
 - CED Fit (Coulombic Efficiency determination Fit).



$$\frac{|dQ|}{dE} = \frac{|Q_t - Q_{t-1}|}{E_t - E_{t-1}}$$

Odhaduje se, že výroba a trh Li baterií dosáhne v roce 2025 hodnot více než 90 miliard USD.



Při výzkumu, vývoji a výrobě baterií a jejich komponent se kromě elektrochemie uplatní široké spektrum analytických, kontrolních a výrobních technologií, včetně rentgenové fotoelektronové spektroskopie (XPS/ESCA), optické a elektronové mikroskopie, hmotnostní spektroskopie (GC-MS, HPLC, LC-MS, HREMS-MS, ICP-MS), nukleární magnetická rezonance (NMR), termická analýza, rentgenové difrakce a fluorescence, reometrie, viskozimetrie, extruze atd.

Pavel Janderka

Pragolab s.r.o. – BioLogic

Phone: +420 731 612 330

Mail: janderka@pragolab.cz

Web: www.pragolab.cz

