

Technická zpráva

Hi-Voltage Battery (funkční vzorek)

Číslo projektu: **TK02020108**

Název projektu: **Hybridní energetický systém pro řešení Smart Commercial Buildings**

Předkládá:

Název organizace: **fgFORTE, s.r.o./VUT v Brně**

Jméno řešitele: **Ing. Pavel Fišer**

Obsah

Postup řešení – definice dílčích etap.....	3
Základní koncept HVB a technická dokumentace.....	3
Prototyp/funkční vzorek HVB a testování.....	5
Přílohy.....	9

Postup řešení – definice dílčích etap

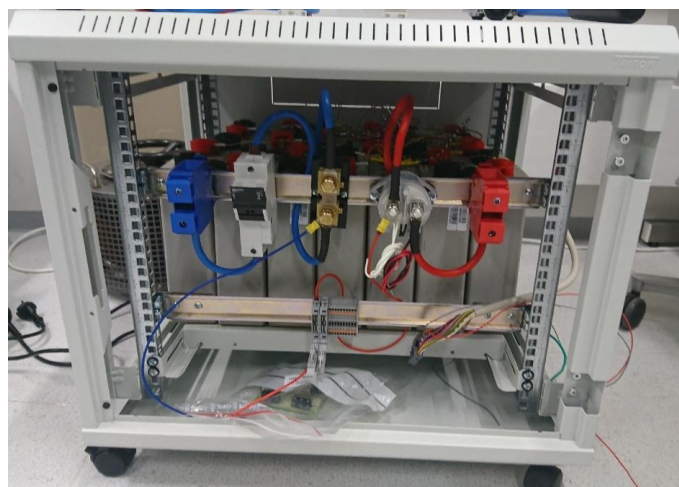
Sestavení funkčního vzorku Hi-Voltage Battery (HVB) bylo výsledkem využití dosažených výstupů jednotlivých dílčích etap/milníků projektu:

- sestavení základního konceptu HVB,
- zpracování technické dokumentace,
- sestavení prototypu HVB,
- testování prototypu HVB,
- sestavení funkčního vzorku HVB.

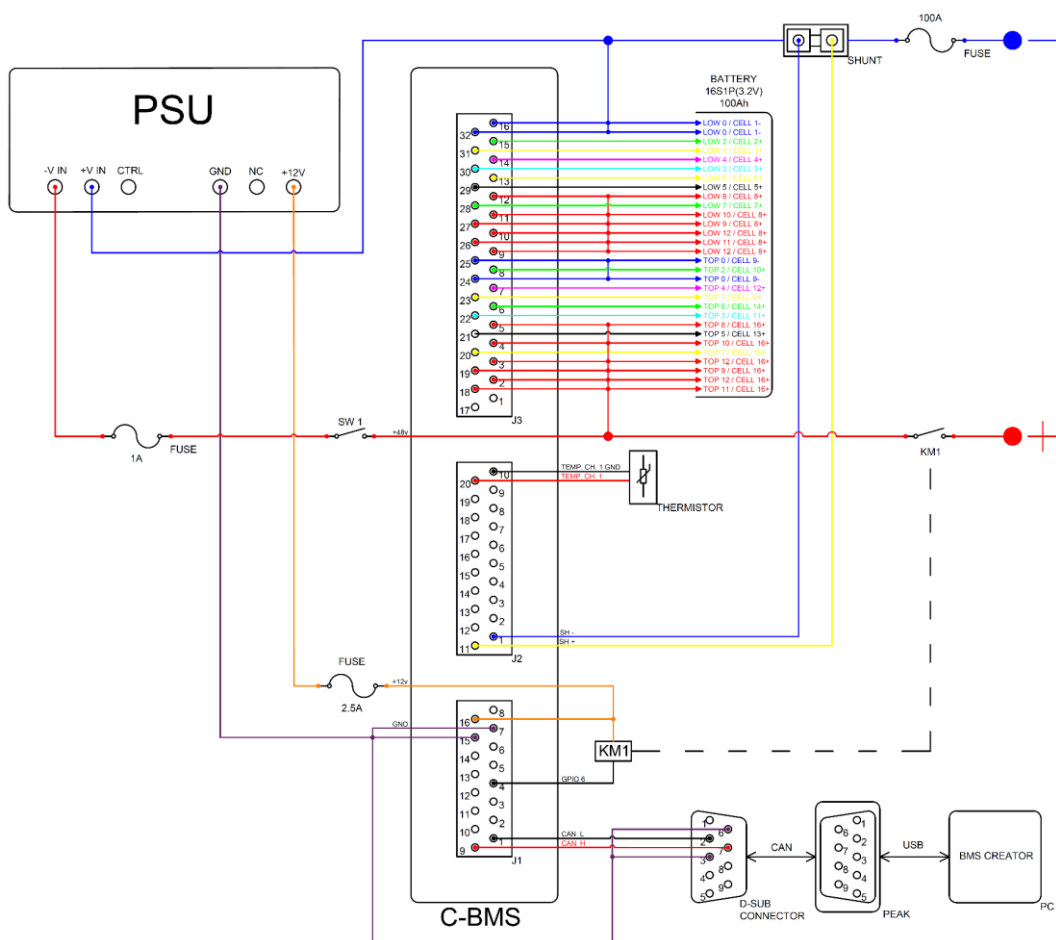
Základní koncept HVB a technická dokumentace

Základní koncept bateriového modulu (obr. 1) pro sestavení HVB byl sestaven na základě navržené topologie, která vycházela z předpokladu využití BMS systému od dánské společnosti Lithium Balance A/S (LiBal). Pro ověření funkčnosti vybraného systému BMS, byl sestaven základní bateriový modul, na kterém bylo realizováno ověření možností parametrizace a nastavení BMS pro vybrané typy bateriových článků a byly testovány možnosti konfigurace komunikačních protokolů pro komunikaci mezi BMS a vytipovaným typem invertoru. Zapojení BMS a komunikačního rozhraní bylo řešeno v souladu s doporučením výrobce. Pro napájení BMS byl využit měnič napětí (z úrovně modulu na 12V). V konceptu (obr. 2) byl dále využit bočník pro měření proudu (200A/50mV), výkonový DC stykač řízení prostřednictvím GPIO výstupu BMS, komunikační rozhraní CANbus a termistor pro měření teploty v modulu.

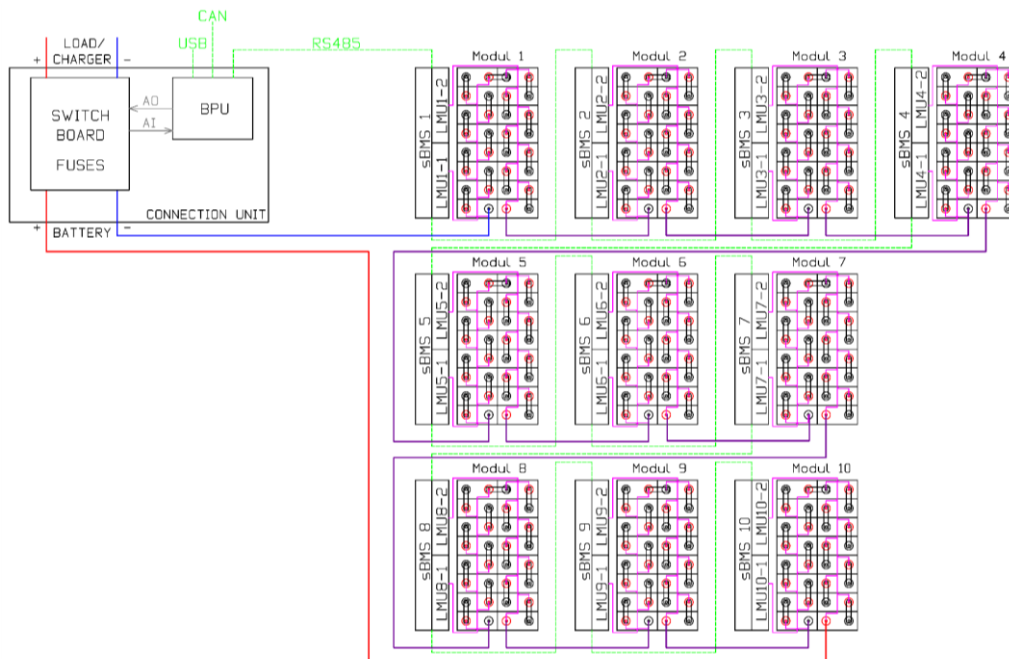
Na základě získaných a ověřených informací z konfigurace BMS a provozních vlastností sestaveného bateriového modulu byl zpracován návrh zapojení bateriového systému/technická dokumentace (obr. 3), pro následné sestavení prototypu/funkčního vzorku HVB systému. Vzhledem k uvažovaným parametrům HVB, která je konstruována jako modulární systém, kde jeden modul je složen z 16 článků zapojených v sérii, byl na základě technických parametrů vybrán řídicí a monitorovací systém s-BMS od společnosti LiBal, který je určen pro průmyslové systémy s napětím baterie vyšším než 60 V_{DC} (obr. 4).



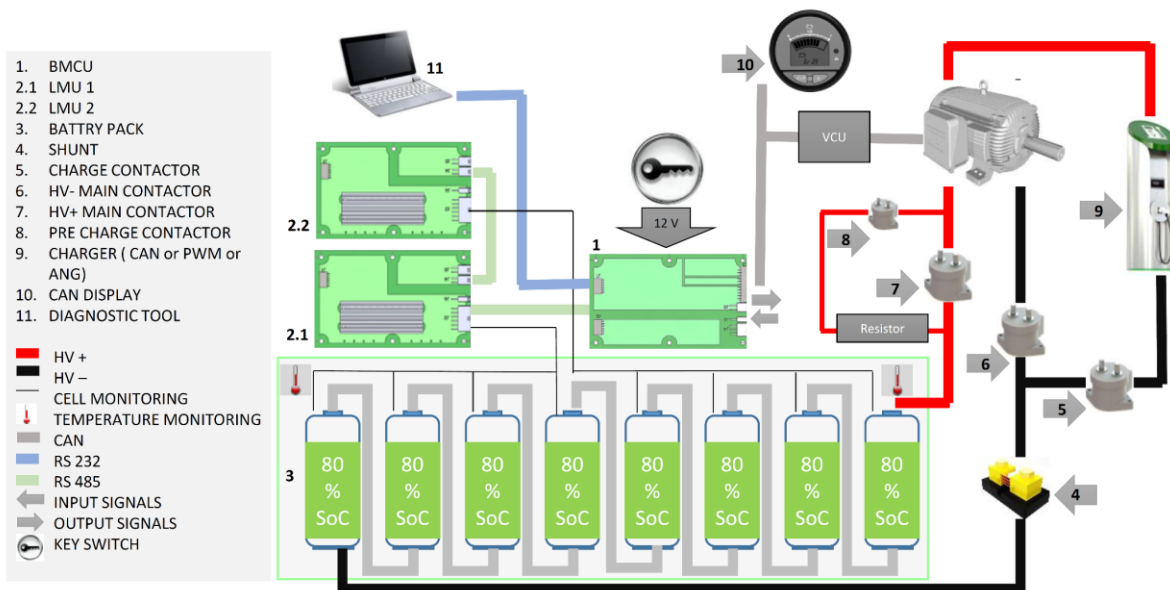
obr. 1 Realizace HW části bateriového modulu



obr. 2 Schéma zapojení elektrické části modulu



obr. 3 Technická dokumentace pro sestavení prototypu/funkčního vzorku



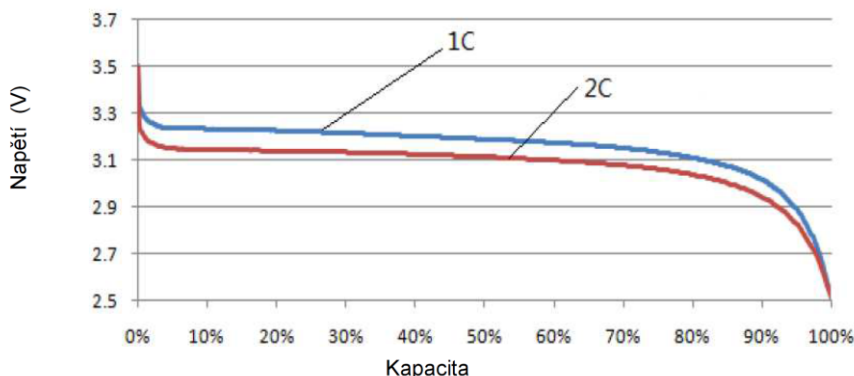
obr. 4 Základní zapojení systému s-BMS pro systémy s $U > 60 V_{DC}$ (LiBa)

Prototyp/funkční vzorek HVB a testování

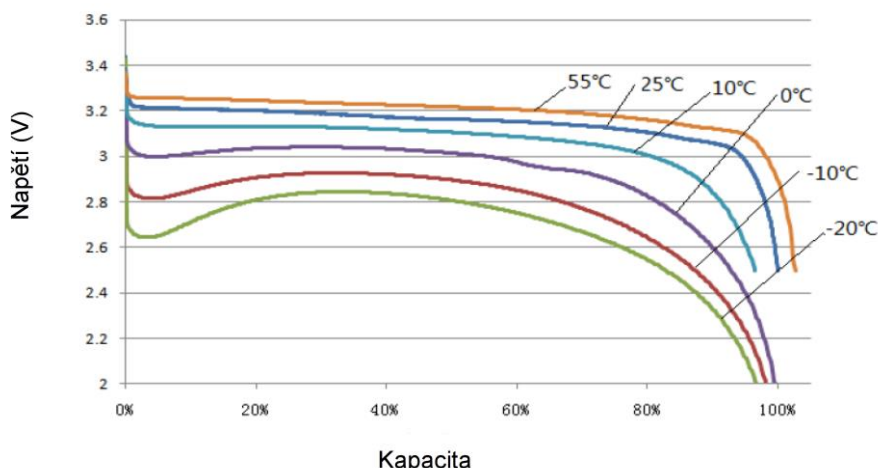
Testovací prototyp HVB byl sestaven ze 160 prizmatických lithiových článků CA100 (3.2V) v sériovém řazení. Základní technické parametry bateriového článku jsou v tab. 1. U bateriových článků byly experimentálně ověřeny jejich vlastnosti – byla proměřena vybíjecí charakteristika článku pro proudy odpovídající 1C a 2C (obr. 5) a také teplotní závislost článku, resp., byl ověřen vliv teploty na vybíjecí charakteristiku při vybíjecím proudu 100 A (obr. 6).

tab. 1 Technické parametry bateriového článku

technologie/typ	LiFePO4/CA100
nominální napětí (V_{DC})	3,2
max. napětí (V_{DC})	3,65
kapacita při 25°C (Ah)	100
vnitřní odpor ($m\Omega$)	<0,9
max. nabíjecí proud (A)	100
max. vybíjecí proud (A)	200



obr. 5 Vybíjecí křivka článku CA 100



obr. 6 Vliv teploty na vybíjecí křivku článku CA 100 při vybíjecím proudu 100 A

Pro dosažení požadovaných parametrů HVB bylo zvoleno modulové řešení, kdy byl každý modul HVB složen z 16-ti sériově řazených článků, s celkovým (modulovým) nominálním napětím 51,2 V_{DC} a kapacitou 100 Ah (obr. 7). Celkově je HVB sestavena z 10 modulů, tedy celkové napětí HVB je 512 V_{DC}. Každý modul je doplněn o BMS od společnosti LiBal, konkrétně jednotkou s-BMS (obr. 8).



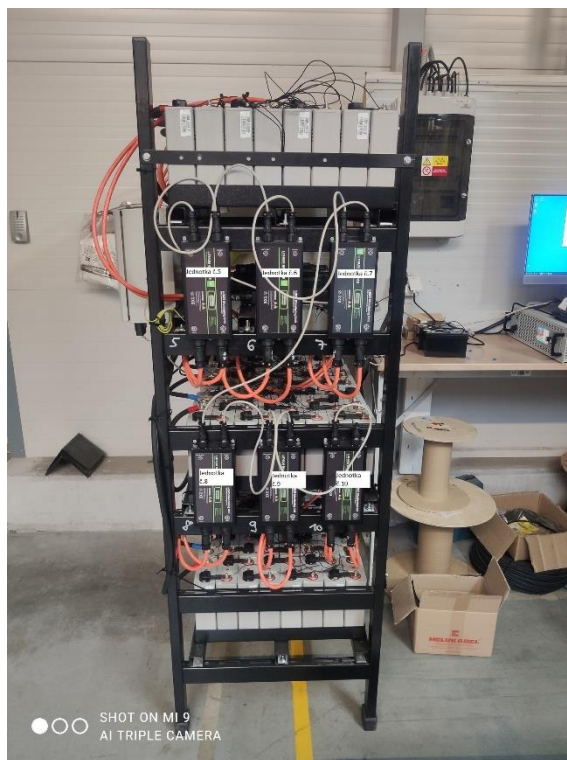
obr. 7 Základní modul (51,2 V_{DC}) pro HVB



obr. 8 Kontrolní a monitorovací jednotka systému s-BMS (LiBal)

Výsledná HVB je zobrazena na obr. 9. Jednotlivé bateriové moduly byly umístěny do sestavené konstrukce, která bude v další etapě projektu vybavena kryty a následně prostorově optimalizována, aby bylo dosaženo potřebných požadavků na bezpečnost a kompaktnost systému HVB. Finální verze bude dále doplněna o aktivní bezpečnostní prvky – stop tlačítko pro nouzové vypnutí systému, stykače pro zajištění rozpadu HVB systému na jednotlivé moduly (snížení pracovního napětí systému na bezpečnou úroveň).

Po sestavení funkčního vzorku HVB byla provedena parametrizace BMS a následně bylo zahájeno provozní testování funkčního vzorku. Testování bylo rozděleno do několika etap, ve kterých bylo nejprve provedeno balancování jednotlivých 160 bateriových článků (obr. 10 a obr. 11) a následně bylo přistoupeno k realizaci vybíjecích a nabíjecích cyklů (obr. 12) pro detailní ověření provozních parametrů HVB. Specifikace provozních/technických parametrů HVB je uvedena v tab. 2.



obr. 9 Funkční vzorek HVB

Diagnostic Software 6.15.0 Pro - Lithium Balance A/S

File Tools Help

Status: System status: Charging | Errors and warnings: Errors: 0 | Warnings: 1

Pack data: SOC: 0% | Current: 0 A | Voltage: 517.7 V

Highest cell: 3330 mV | Lowest cell: 3169 mV | Average cell: 3279 mV

Highest temp.: 22 °C | Lowest temp.: 19 °C | Average temp.: 19 °C

Connection: Connected COM6

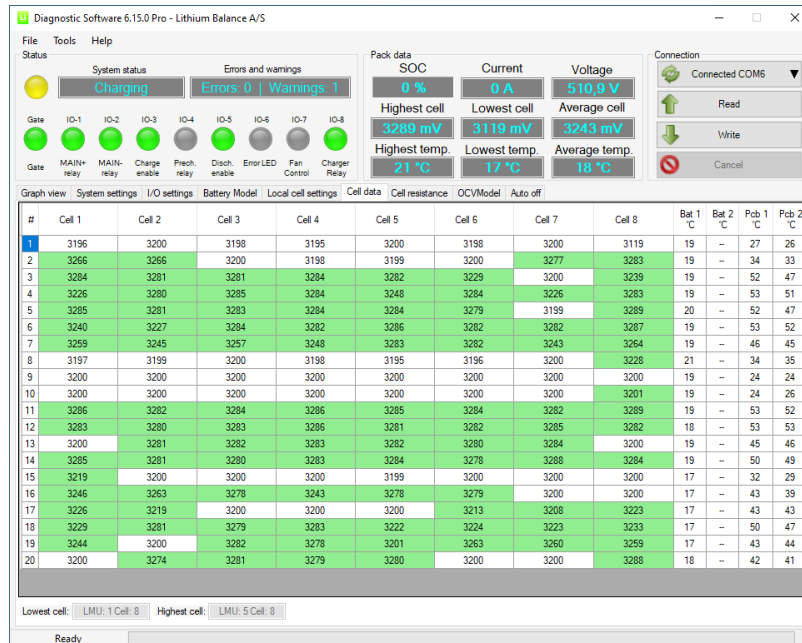
Read Write Cancel

#	Cell 1	Cell 2	Cell 3	Cell 4	Cell 5	Cell 6	Cell 7	Cell 8	Bat 1 °C	Bat 2 °C	Pcb 1 °C	Pcb 2 °C
1	3200	3286	3200	3200	3288	3200	3283	3169	20	--	40	41
2	3293	3292	3249	3213	3255	3250	3294	3303	20	--	50	49
3	3293	3291	3298	3294	3292	3289	3235	3294	20	--	54	53
4	3289	3289	3293	3298	3288	3300	3290	3290	20	--	54	53
5	3297	3293	3292	3299	3294	3295	3262	3296	20	--	54	52
6	3292	3288	3299	3293	3295	3293	3292	3298	20	--	54	54
7	3291	3290	3289	3294	3294	3294	3287	3296	21	--	52	51
8	3210	3280	3285	3241	3200	3200	3282	3330	22	--	52	47
9	3256	3254	3252	3255	3260	3255	3257	3260	19	--	54	53
10	3263	3253	3258	3257	3262	3247	3260	3263	19	--	52	51
11	3325	3321	3324	3326	3325	3323	3322	3330	19	--	55	53
12	3299	3299	3295	3298	3295	3296	3299	3295	19	--	51	51
13	3296	3297	3298	3297	3297	3296	3298	3260	19	--	54	53
14	3299	3296	3295	3298	3299	3292	3305	3323	19	--	54	54
15	3287	3254	3258	3251	3254	3252	3249	3261	19	--	54	53
16	3286	3287	3290	3283	3297	3288	3296	3263	19	--	49	48
17	3289	3287	3253	3261	3251	3288	3288	3293	19	--	54	52
18	3289	3291	3290	3297	3290	3287	3285	3292	19	--	54	52
19	3289	3253	3295	3294	3263	3290	3284	3302	19	--	49	47
20	3256	3290	3292	3288	3292	3260	3257	3301	19	--	54	54

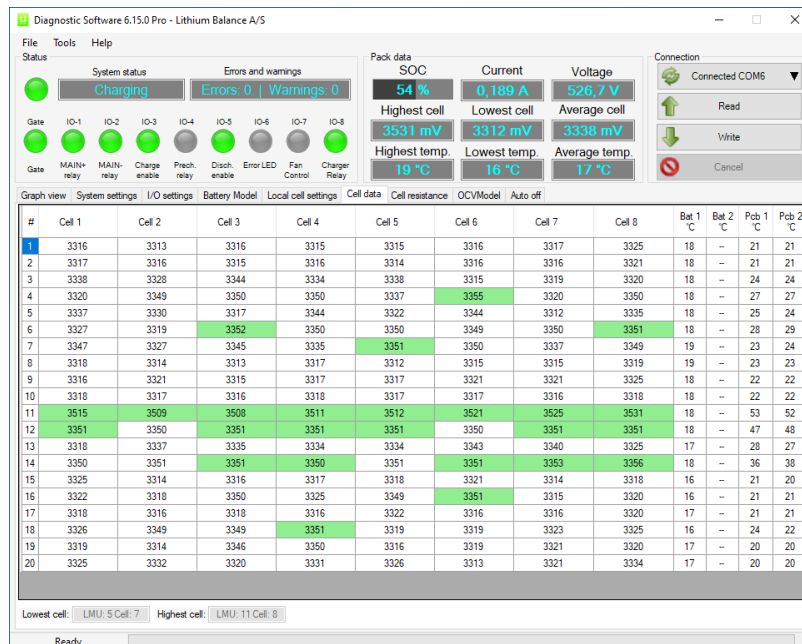
Lowest cell: LMU: 1 Cell: 8 | Highest cell: LMU: 8 Cell: 8

Ready

obr. 10 Záznam balancování bateriových článků (fáze I) – zeleně podbarvené články jsou balancovány



obr. 11 Záznam balancování bateriových článků (fáze II)



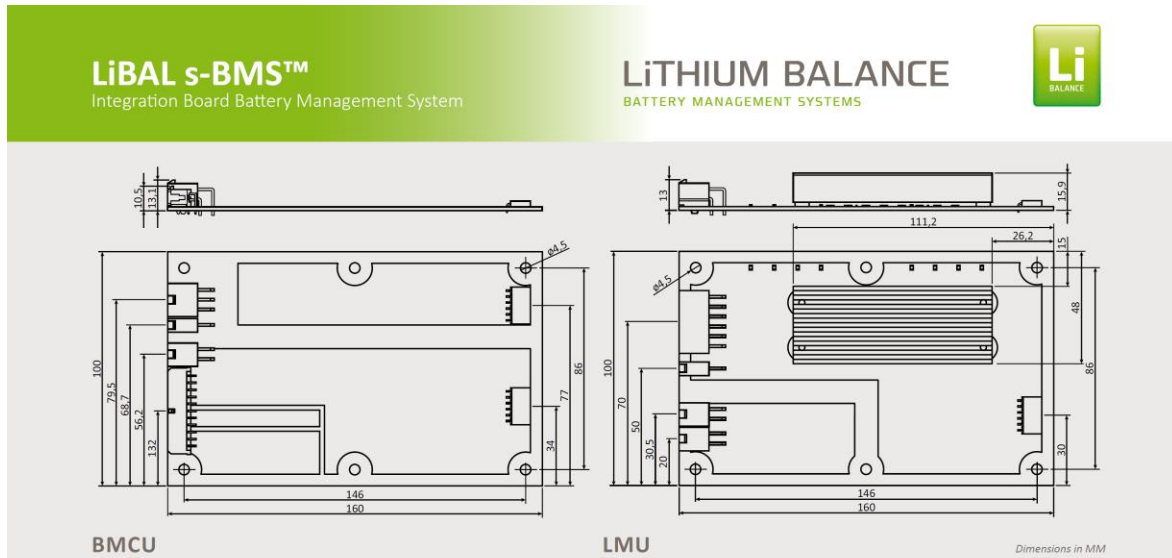
obr. 12 Záznam nabíjecího cyklu HVB

tab. 2 Technické parametry HVB (bateriová sestava)

technologie/typ	LiFePO4/CA100
nominální napětí (V _{DC})	512
rozsah pracovního napětí (V _{DC})	400-584
kapacita při 25°C (Ah)	100
kapacita při 25°C (kWh)	51,2
vnitřní odpor (mΩ)	<0,9
max. nabíjecí proud (A)	100
max. vybíjecí proud (A)	200
komunikační protokol	CAN
servisní rozhraní	RS232/USB
pracovní rozsah teplot (°C)	0-45
rozměry h x š x v (mm)	550x1200x1900
hmotnost (kg)	580

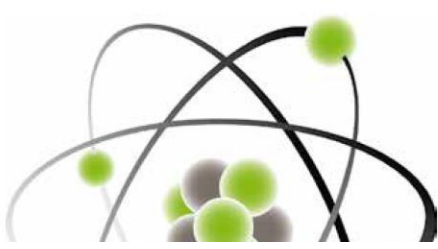
Přílohy

Příloha I - Technický list monitorovacího a řídicího systému s-BMS



System Voltage Range	12 - 1000VDC
Cells per LMU	3-8 Cells
Cells per System	3 - 256 Cells in series
Capacity	2000Ah Max
Balancing Current	840mA @ 4.2VDC Max (Optional Heat Sink for boosted performance)
Input Voltage	12 VDC (9VDC - 14VDC)
Current Consumption: BMCU	<150mA operating / 0 mA in sleepmode
Current Consumption: LMU	<10mA operating. LMU is powered from cells / <3mA sleepmode
Temperature Sensor Temperature Sensors per LMU	2 on LMU PCB and 2 for Battery pack monitoring NTC, 10KΩ @ 25 DegC, β Value: 3900
Measurement Specifications	Cell voltage: Range 0-5V, Accuracy ±2mV typical, <±10mV max., Sampling 1Hz Temperature accuracy ±1.5°C (dependent on sensor)
Dimensions	Pack voltage 0-1000V, accuracy ±1V, Sampling 5Hz Current measurement by Shunt (100 – 1000 μΩ), 400mV max, Sampling 5Hz 160 x 100 mm (Eurocard size), 20 mm stacking height BMCU 86g, LMU 72g, LMU with optional heatsink 146g
Coating	3M™ Novec™ electronic coating EGC-1700
Control IOs	HV contactors, charge contactor, precharge contactor
User Defined IOs (max. 3)	Fan control, heater control, HV interlock, low SOC warning, mid pack relays error LED, off board leak detect, low power charger mode (e.g. dual chargers)
Communication	CAN bus 2.0 A&B for system integration RS232 PC diagnostics interface
Charger Control Options	Analogue voltage control, PWM 1-5 KHz, CAN 2.0 A&B
Protection Modes	Capable to monitor and handle 27 safety critical error modes Capable to report 17 unique warnings conditions Capability to broadcast system status, errors and warnings over CAN
Diagnostic Tool	Supported operating systems: Windows Professional, XP, Vista, 7, 8.1 and 10 PRO version: Configuration of battery and application parameters Service version - field service & troubleshooting Requires USB to RS 232 converter cable or RS232 port on device
EMC Immunity	Tested as per EN61000-4-3 (80MHz – 1000MHz) at 200 V/m, EN61000-4-4 (4kV)
Temperature	Specifications: Operational -40° to 85°C
Vibration Tolerance	Tested as per EN60068-2-6 random vibration (10 – 1000Hz)
Certifications	CE marking
Patents	U.S. patent no. 8,350,529. China patent no. ZL20078 0048774.x patents pending

Lit. no. LIT0001



LiTHIUM BALANCE
BATTERY MANAGEMENT SYSTEMS



www.lithiumbalance.com LiTHIUM BALANCE A/S
contact@lithiumbalance.com Hassellunden 13
Tel: +45 5851 5104 2765 Smørum, Denmark

Příloha II - Technický list baterie/článku CALB CA 100

No	Item	Parameter Specification	
1	Nominal Capacity	100Ah@ 0.3C Discharging	
2	Minimum Capacity	100Ah@ 0.3C Discharging	
3	Nominal Voltage	3.2 V	
4	Internal Resistance	≤0.9mΩ	
5	Charging(CC-CV)	Maximum Charging Current	1C
		Charging Upper Limit Voltage	3.65V
6	Discharging	Maximum Discharging Current	2C
		Discharging Cut-off Voltage	2.5V
7	Charging Time	Standard Charging	4h
		Quick-acting Charging	1h
8	Recommended SOC Usage Window	SOC : 10%~90%	
9	Operation Thermal Ambient	Charging	0°C ~ 45°C
		Discharging	-20°C ~ 55°C
10	Storage Thermal Ambient	Short-term (within 1 month)	-20°C ~ 45°C
		Long term (within 1 year)	-20°C ~ 20°C
11	Storage Humidity	<70 %	
12	Battery Weight	Around 3.4kg	
13	Shell Material	Plastic	

