Dijagnostika stacionarne baterije

Primer za prikaz na sajtu • OPzS / VLA • 24 ćelije • 48 V / 500 Ah

Od izmerenih vrednosti do jasnog zaključka i predloga mera.
Primer prikazuje kako se rezultati po ćelijama, spojevima i ispravljaču povezuju u jedan dijagnostički izveštaj.

Identifikacija	Podaci demonstracionog sistema
Baterija / lokacija	DEMO-ST-B-001 / demonstracioni objekat
Tehnologija / namena	Otvorena olovna OPzS (VLA) / rezervno DC napajanje
Konfiguracija	24 serijski povezane ćelije od 2 V; nominalno 48 V, 500 Ah
Režim tokom pregleda	Potpuno napunjena baterija; održavanje napunjenosti ispravljačem
Uslovi	Ambijent 24 °C; identične metode za referentni i tekući Ri
Status dokumenta	Simulacija za prezentaciju; bez potpisa i potvrde stvarnog pregleda

Obuhvat prikazanog pregleda
Napon i unutrašnji otpor svake ćelije; otpor svih 23 međućelijskih veza i krajnjih priključaka; temperatura i gustina elektrolita; vizuelni pregled; termovizijska kontrola; izolacija prema zemlji; napon, struja i talasna komponenta ispravljača.

Zbirni pokazatelj	Simulirani rezultat
Zbir napona ćelija	53,480 V
Izračunati zbir Ri ćelija	10,720 mΩ (bez otpora veza)
Ćelije označene za dalju proveru	Ć7 i Ć12: prioritet; Ć19: dodatna provera
Kapacitet / autonomija	Nisu ispitani; ne izvode se iz Ri ili napona

Gustina se prikazuje za otvorenu olovnu bateriju. Kod AGM/GEL i drugih zatvorenih sistema ova stavka je „Nije primenljivo“. Ovo nije univerzalni obrazac za sve hemije.

Svi rezultati po ćelijama

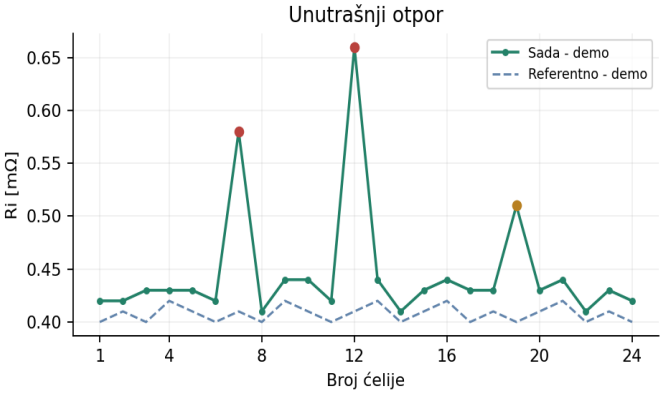
Ri_0 = simulirana referentna vrednost iste ćelije • gustina je očitana, bez temperaturne korekcije

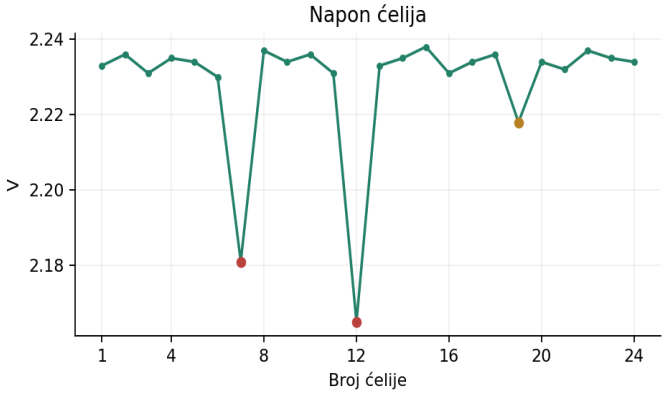
Ćelija	Napon [V]	Ri_0 [mΩ]	Ri [mΩ]	ΔRi [%]	T [°C]	Gustina [g/cm³]	Oznaka
1	2,233	0,400	0,420	5,0	24,0	1,240	Bez oznake
2	2,236	0,410	0,420	2,4	24,0	1,241	Bez oznake
3	2,231	0,400	0,430	7,5	25,0	1,240	Bez oznake
4	2,235	0,420	0,430	2,4	24,0	1,242	Bez oznake
5	2,234	0,410	0,430	4,9	24,0	1,241	Bez oznake
6	2,230	0,400	0,420	5,0	25,0	1,239	Bez oznake
7	2,181	0,410	0,580	41,5	28,0	1,215	Prioritet
8	2,237	0,400	0,410	2,5	24,0	1,242	Bez oznake
9	2,234	0,420	0,440	4,8	25,0	1,240	Bez oznake
10	2,236	0,410	0,440	7,3	24,0	1,241	Bez oznake
11	2,231	0,400	0,420	5,0	24,0	1,239	Bez oznake
12	2,165	0,410	0,660	61,0	31,0	1,205	Prioritet
13	2,233	0,420	0,440	4,8	25,0	1,240	Bez oznake
14	2,235	0,400	0,410	2,5	24,0	1,241	Bez oznake
15	2,238	0,410	0,430	4,9	24,0	1,242	Bez oznake
16	2,231	0,420	0,440	4,8	25,0	1,240	Bez oznake
17	2,234	0,400	0,430	7,5	24,0	1,240	Bez oznake
18	2,236	0,410	0,430	4,9	24,0	1,241	Bez oznake
19	2,218	0,400	0,510	27,5	27,0	1,228	Provera
20	2,234	0,410	0,430	4,9	25,0	1,240	Bez oznake
21	2,232	0,420	0,440	4,8	24,0	1,241	Bez oznake
22	2,237	0,400	0,410	2,5	24,0	1,242	Bez oznake
23	2,235	0,410	0,430	4,9	25,0	1,240	Bez oznake
24	2,234	0,400	0,420	5,0	24,0	1,241	Bez oznake

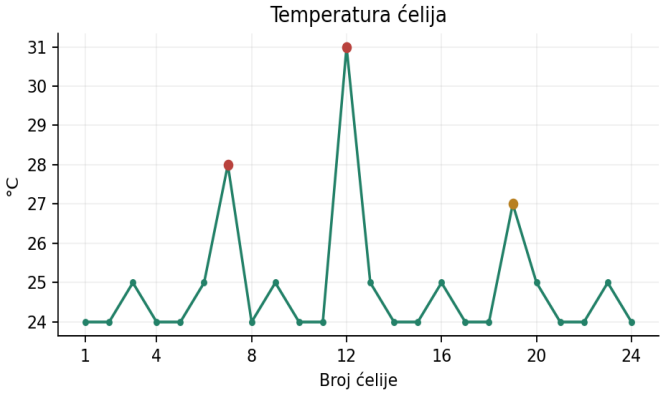
Oznake su rezultat demonstracionih pravila opisanih na strani 5. „Bez oznake“ znači da demo pravila nisu aktivirana; ne predstavlja potvrdu ispravnosti ili raspoloživog kapaciteta.

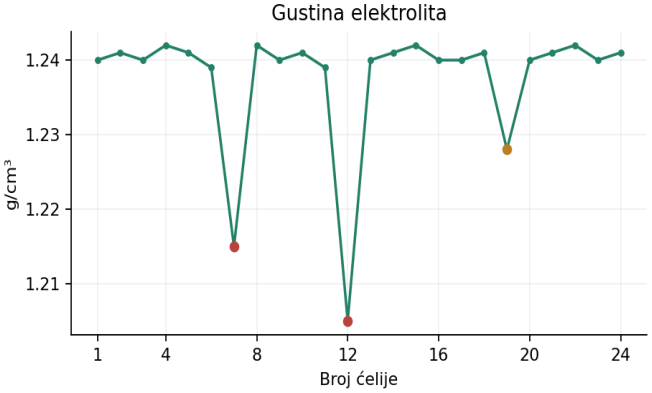
Dijagrami i raspodela nalaza

Svaka tačka predstavlja jednu ćeliju; boje označavaju izdvojene nalaze demonstracionog modela.











21 bez demo oznake
1 za proveru: Ć19
2 prioritetne provere: Ć7 i Ć12

Najizraženije udruženo odstupanje prikazano je na Ć12: viši Ri i temperatura, niži napon i gustina.

Veze, izolacija i ispravljač

Odvojeni rezultati baterijskog sloga, međućelijskih veza i izlaza ispravljača

Veza	R [mΩ]	Veza	R [mΩ]	Veza	R [mΩ]
1-2	0,035	9-10	0,034	17-18	0,035
2-3	0,036	10-11	0,036	18-19	0,037
3-4	0,034	11-12	0,035	19-20	0,041
4-5	0,035	12-13	0,110	20-21	0,035
5-6	0,037	13-14	0,036	21-22	0,036
6-7	0,035	14-15	0,035	22-23	0,034
7-8	0,039	15-16	0,034	23-24	0,035
8-9	0,035	16-17	0,036	Kraj -	0,041

Krajnji priključak +: 0,038 mΩ. Zbir 23 međućelijske veze: 0,895 mΩ. Veza 12-13 izdvaja se sa 0,110 mΩ; simulirana referenca te veze: 0,036 mΩ.

Kontrola	Simulirani nalaz
Vizuelno / elektrolit	Ć12: naslage na priključku; nivoi elektrolita u označenom rasponu.
Termovizijska kontrola	Najtoplija veza 12-13: 38 °C; okolina 24 °C. Termogram nije priložen jer nije izvršeno stvarno snimanje.
Izolacija prema zemlji	Nije izmerena u ovom primeru. Predviđena polja: metoda, izdvojeni deo sistema, ispitni napon ako je primenljiv, R(+/PE), R(-/PE), kriterijum i nalaz.
Izolacioni nadzor / alarmi	Predviđena provera indikacije i alarma zemljospoja; nije simulirana.

Ispravljač / merna tačka	Simulirana vrednost
DC napon na izlazu	53,480 V
DC izlazna struja / baterijska grana	40,00 A / 0,60 A (različite merne tačke)
Izlazna DC snaga U × I	2,139 kW; ne predstavlja ulaznu snagu ni efikasnost
AC RMS ripl napona / struje izlaza	0,120 V / 0,800 A; napon 0,224% DC, struja 2,00% DC
Ripl struje baterijske grane	0,120 A RMS; zasebno od ukupnog izlaza
Podešenje / alarmi / rad pod opterećenjem	Uneti zadatu vrednost, režim i opterećenje; uporediti sa dokumentacijom konkretnog sistema. U primeru nema kriterijuma prihvatljivosti.

Automatski zaključak i mere

Demonstracija povezivanja nalaza • zaključak je vezan za prikazane podatke i dostupni obuhvat

Zaključak
U simuliranom slogu izdvojene su ćelije Ć7 i Ć12 zbog istovremenog odstupanja više parametara. Ć12 ima najveći rast Ri (61,0%), najniži napon (2,165 V), najnižu gustinu (1,205 g/cm³) i najvišu temperaturu ćelije (31 °C). Ć19 je označena za proveru zbog rasta Ri od 27,5%. Veza 12-13 pokazuje povišen otpor u odnosu na svoju demo referencu i izdvojenu temperaturu.

Prioritet	Predlog mere povezan sa nalazom
1 • Ć7 / Ć12	Ponoviti i potvrditi merenja u uporedivom režimu; proveriti kontakte, nivo elektrolita i uslove punjenja. Nalaz sam po sebi nije odluka o zameni ćelije.
1 • Veza 12-13	Stručni pregled spoja i otklanjanje utvrđenog uzroka prema proceduri proizvođača; potom ponoviti merenje otpora i termoviziju.
2 • Ć19	Kontrolno merenje i praćenje trenda Ri, napona, temperature i gustine.
Dopuna pregleda	Izvršiti predviđenu proveru izolacije i izolacionog nadzora; dopuniti dokument stvarnim termogramima.
Ispravljač	Uporediti režim, zadati napon, raspodelu struje i ripl sa zahtevima baterije i ispravljača. Bez tih podataka nije dodeljen status usklađenosti.

Granice zaključka
Test kapaciteta nije izvršen. Nisu određeni preostali kapacitet, vreme autonomije ni SOH u procentima. Za njih je potreban odgovarajući dodatni postupak. Nedostajuća merenja se ne zamenjuju pretpostavljenim rezultatima.

Pravila ovog demonstracionog modela
Provera: Ri >120% Ri_0 ili jedan aktivan kriterijum. Prioritet: najmanje dva kriterijuma - Ri >130% Ri_0, V <2,20 V, gustina <1,220 g/cm³ ili T >28 °C. Ovo su isključivo ilustrativna pravila za dati skup podataka, a ne standardi ili univerzalni pragovi. Produkcijski kriterijumi moraju odgovarati tipu baterije, referentnim merenjima i dokumentaciji proizvođača.

Predviđena evidencija instrumenata
HIOKI BT3554-50: Ri i napon ćelija; DT4261: DC naponi; odgovarajuća strujna klešta: DC/AC struje; Bosch GTC 400: termovizija; hidrometar i termometar: elektrolit. Za male otpore veza, male ripl struje i izolaciju evidentirati namenski uređaj, merni opseg i metodu. U ovom primeru nijedan instrument nije stvarno korišćen.

Metodološke reference
HIOKI: BT3554-50, opis mernih funkcija (hioki.com/in-en/products/resistance-meters/battery/id_6828).
Megger: The baseline for battery testing (megger.com/en-ca/et-online/july-2016/the-baseline-for-battery-testing).
Caterpillar: The Critical Nature of Stationary Battery Maintenance (cat.com, Electric Power / White papers). Reference podržavaju izbor merenja, ne demo pragove.