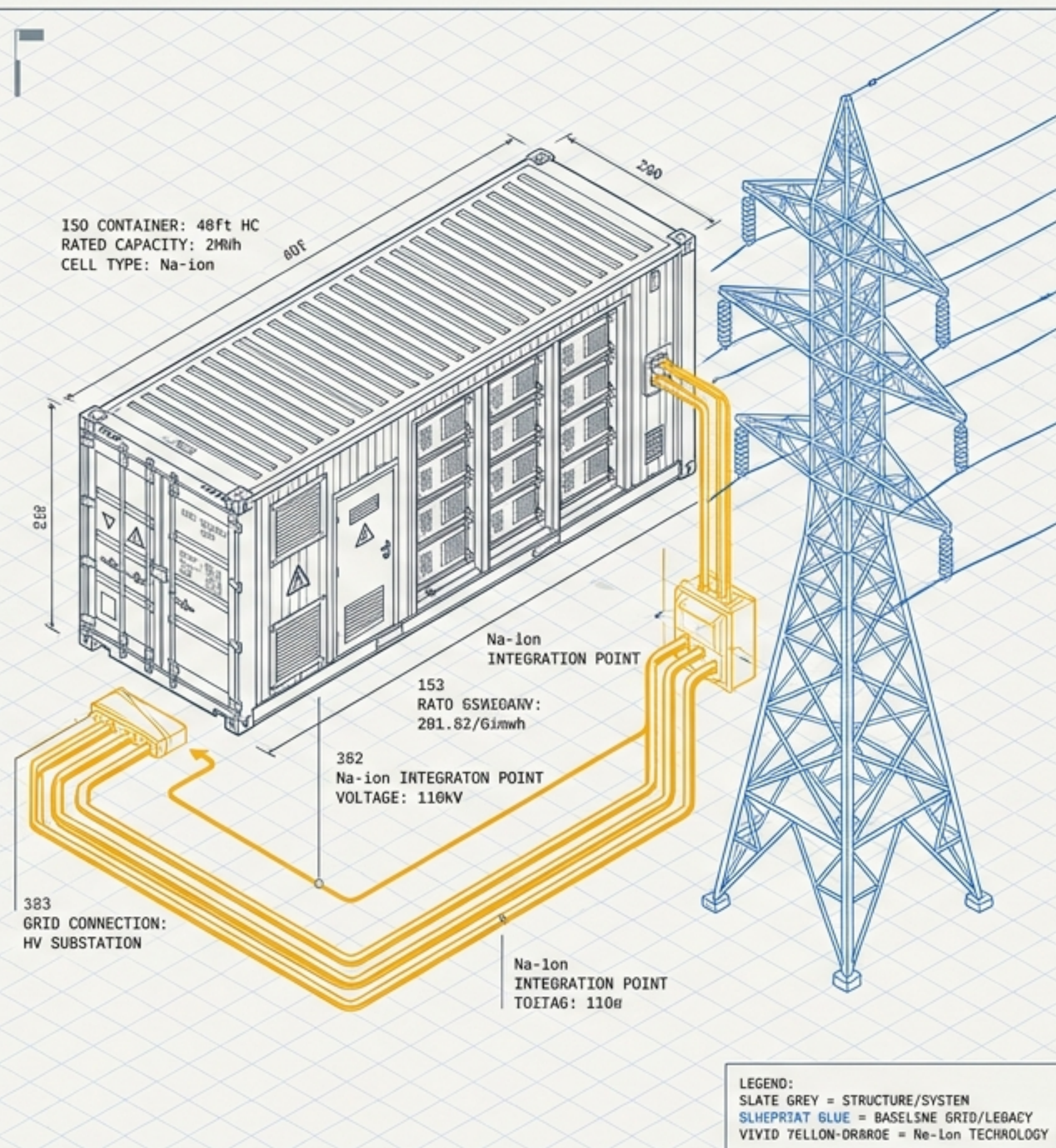


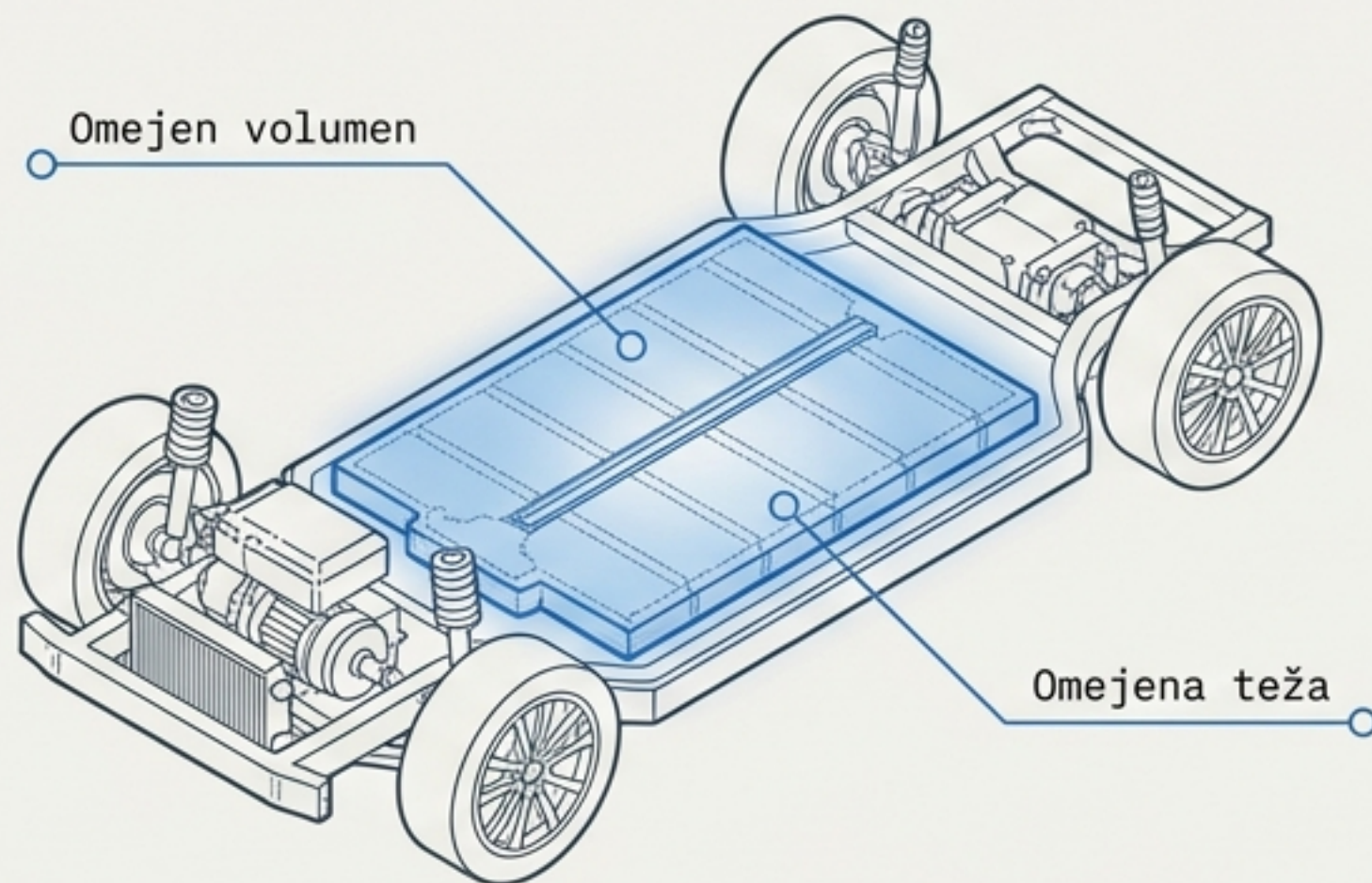
Nova arhitektura stacionarnih omrežij

Sistemska prevlada natrij-ionskih (Na-ion) baterij

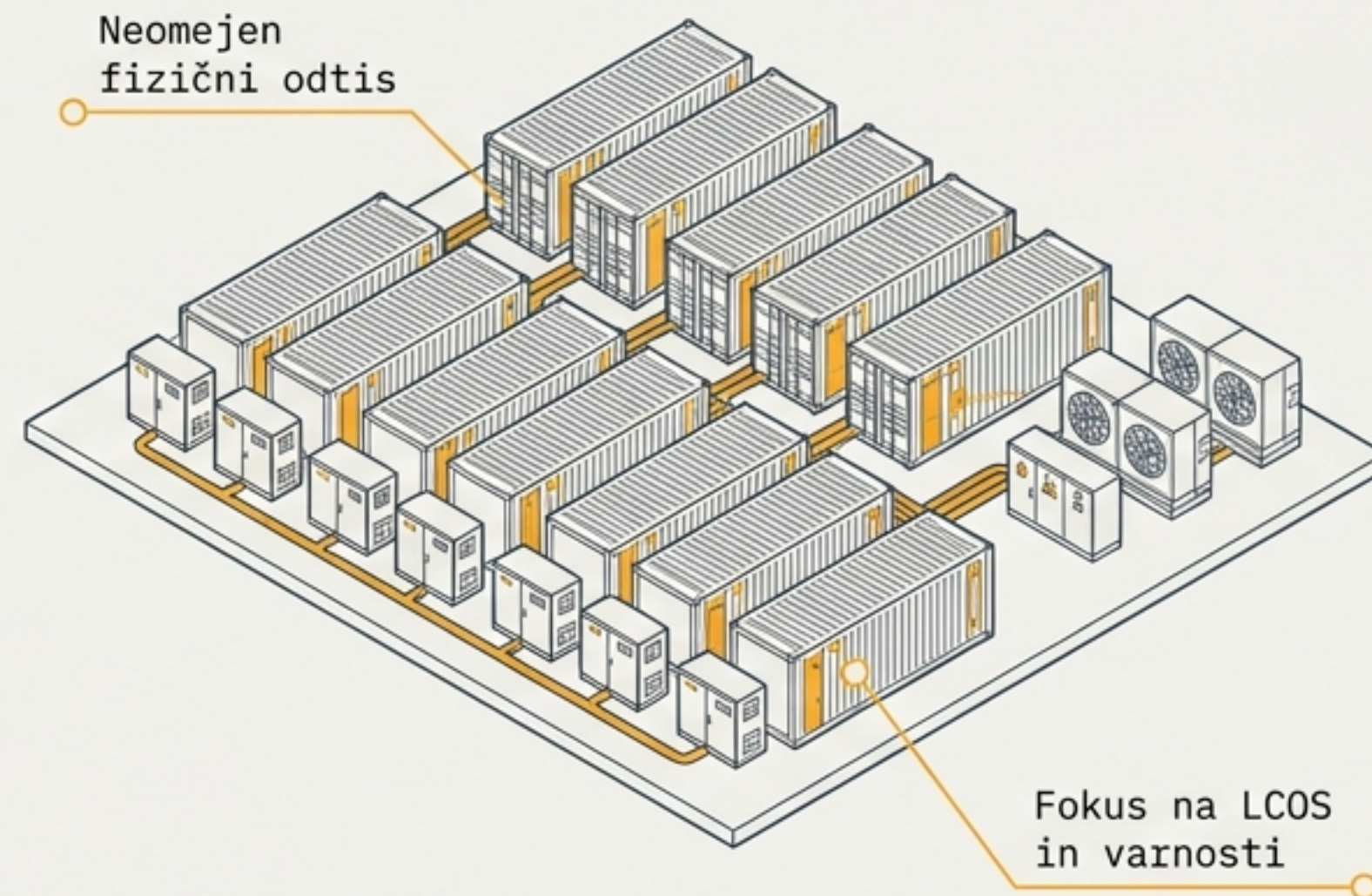
Analiza preobrata v tehnologiji hranilnikov energije od ravni celice do omrežja.



Inženirska izhodišča: Napačna optimizacija

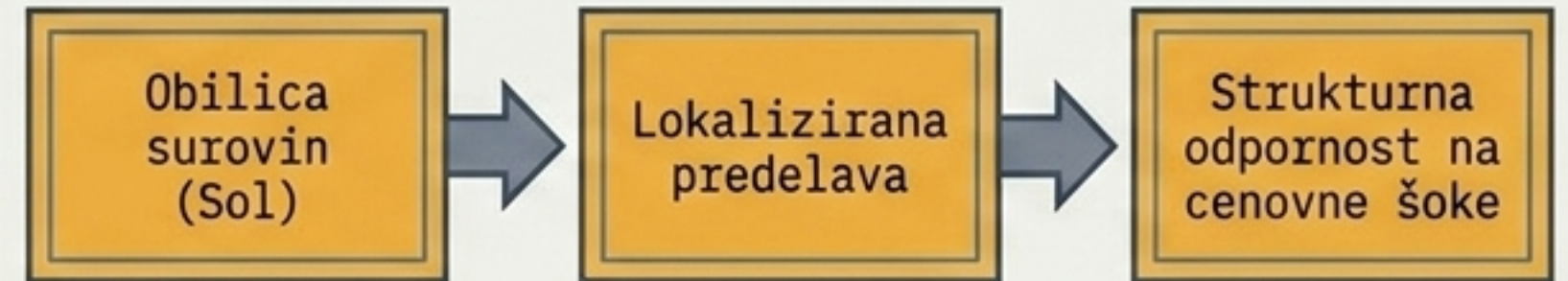


Desetletje smo stacionarne hranilnike gradili na kemiji, optimizirani za električna vozila.



Pri stacionarni hrambi energije sta teža in volumen sekundarnega pomena. Ključne metrik so **LCOS** (izravnani stroški hrambe), varnost, **ciklična življenjska doba** in temperaturna odpornost. Optimizacija energetske gostote za omrežje je napačen inženirski pristop.

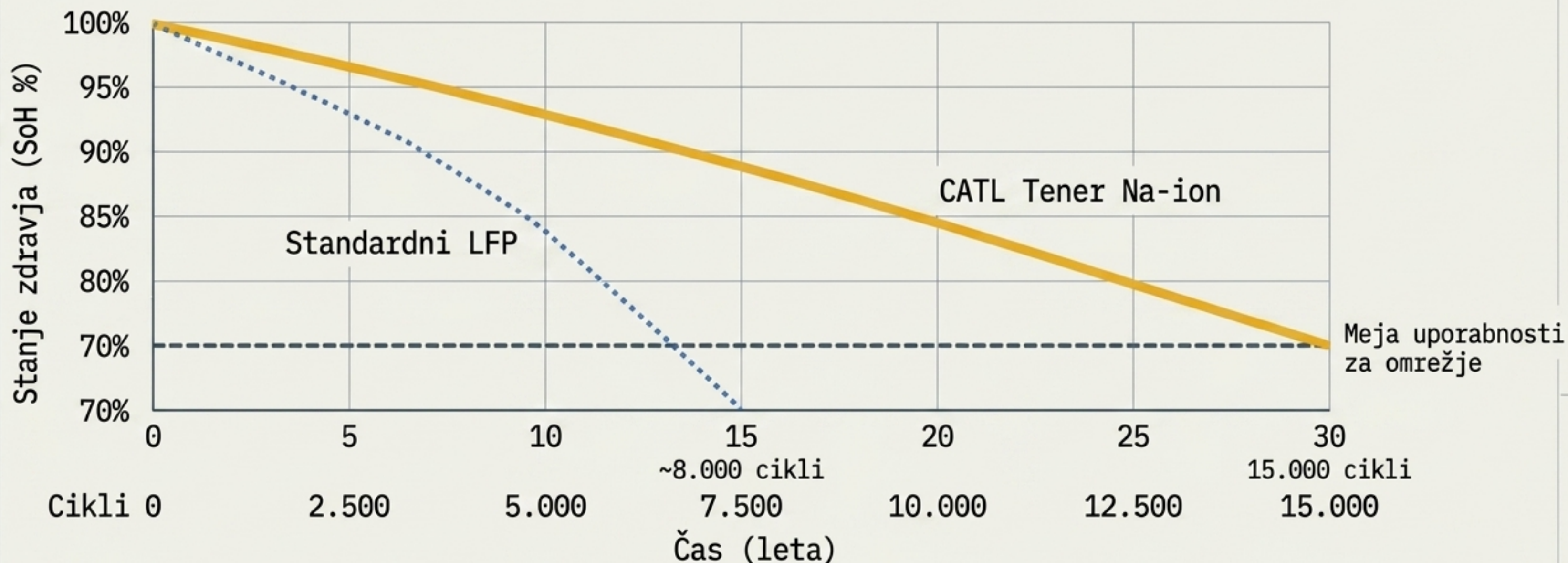
Fizikalno-ekonomska podlaga natrija: Široka dostopnost



Fizikalno-ekonomska podlaga natrija: Natrij je na Zemlji približno 1.000-krat bolj razširjen kot litij in bistveno cenejši za pridobivanje. Ta surovinska obilica popolnoma izolira proizvajalce in kupce pred cenovnimi šoki, ki so pretresali industrijo Li-ion baterij. Na-ion tehnologija prinaša popolnoma novo geopolitično in ekonomsko strukturno odpornost.

Matrika diagnostične primerjave: LFP proti Na-ion za omrežja

Kriterij	Standardni LFP (Li-ion)	CATL Tener (Na-ion)
Ciljni trg	EV in stacionarna raba	Izključno stacionarna raba
Življenjska doba	~10.000 ciklov (maksimum)	15.000 ciklov
Aktivno hlajenje	Obvezno (HVAC sistemi)	Ni potrebno (pasivno)
Občutljivost na ceno	Visoka (vezana na litij)	Nizka (\$19/kWh)
Prag toplotnega pobega	Nižji	~200°C (Višji prag)

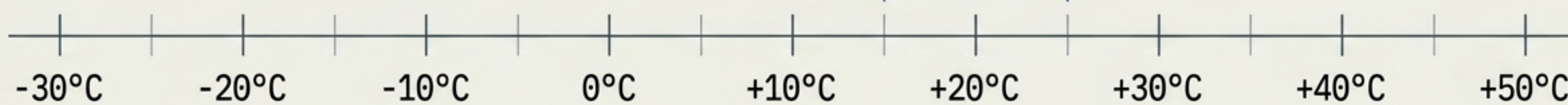


Osnovna metrika omrežja: 15.000 ciklov

CATL Tener Na-ion sistem je zasnovan za 25 do 30 let obratovalne dobe. To pomeni vsakodnevno polnjenje in praznjenje (15.000 ciklov), preden sistem doseže 70 % stanje zdravja. Dolgoživost, in ne surova kapaciteta, je tista, ki znižuje izravnane stroške hrambe (LCOS) pod mejo rentabilnosti drugih tehnologij.

Dipolna širokotemperaturna tehnologija

Standardni LFP
(Zahteva aktivno HVAC
hlajenje/gretje)



Ohranjenih več kot
92 %
kapacitete

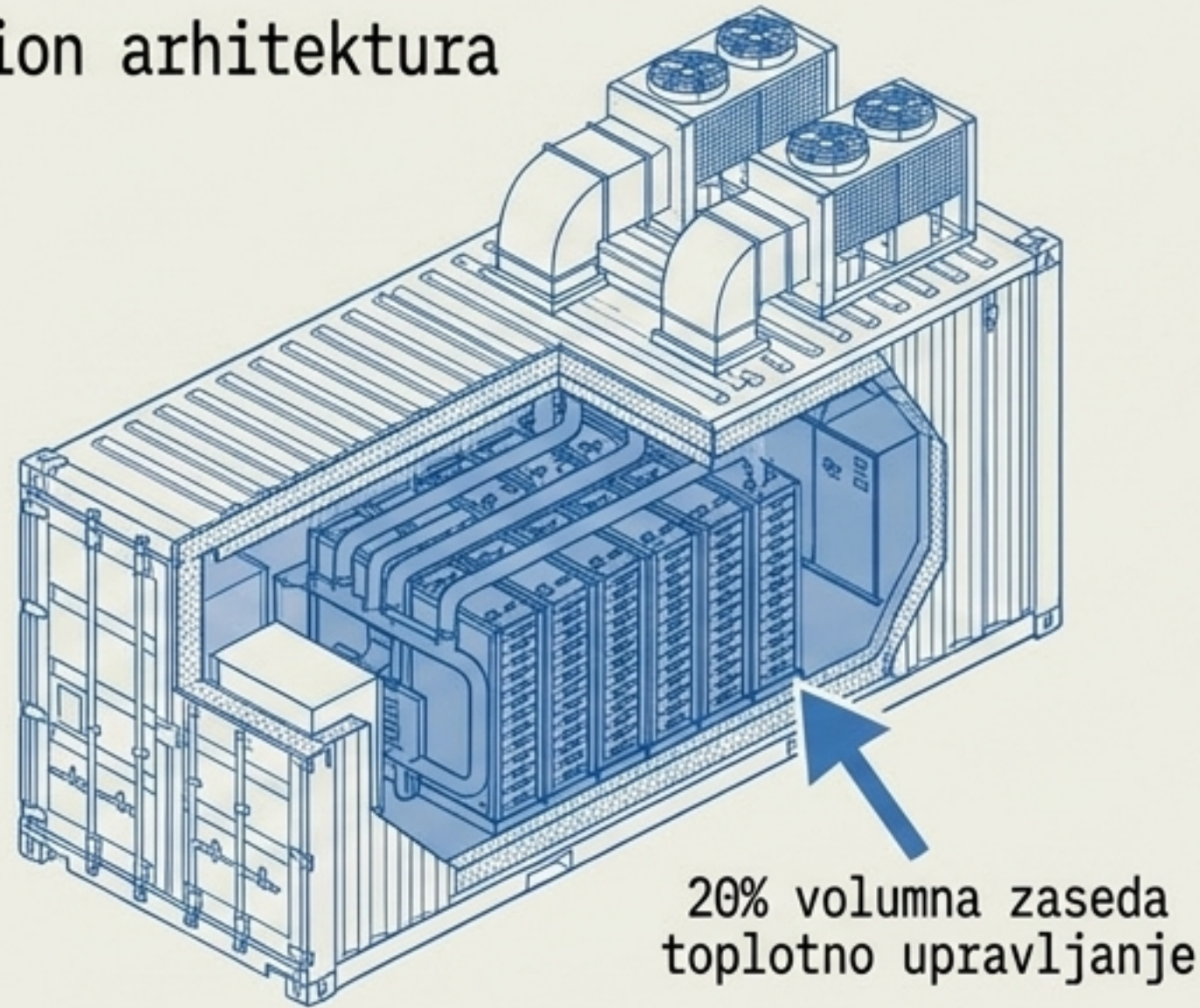
Na-ion varno območje
(Pasivno hlajenje)

Več kot
10.000 ciklov
brez degradacije

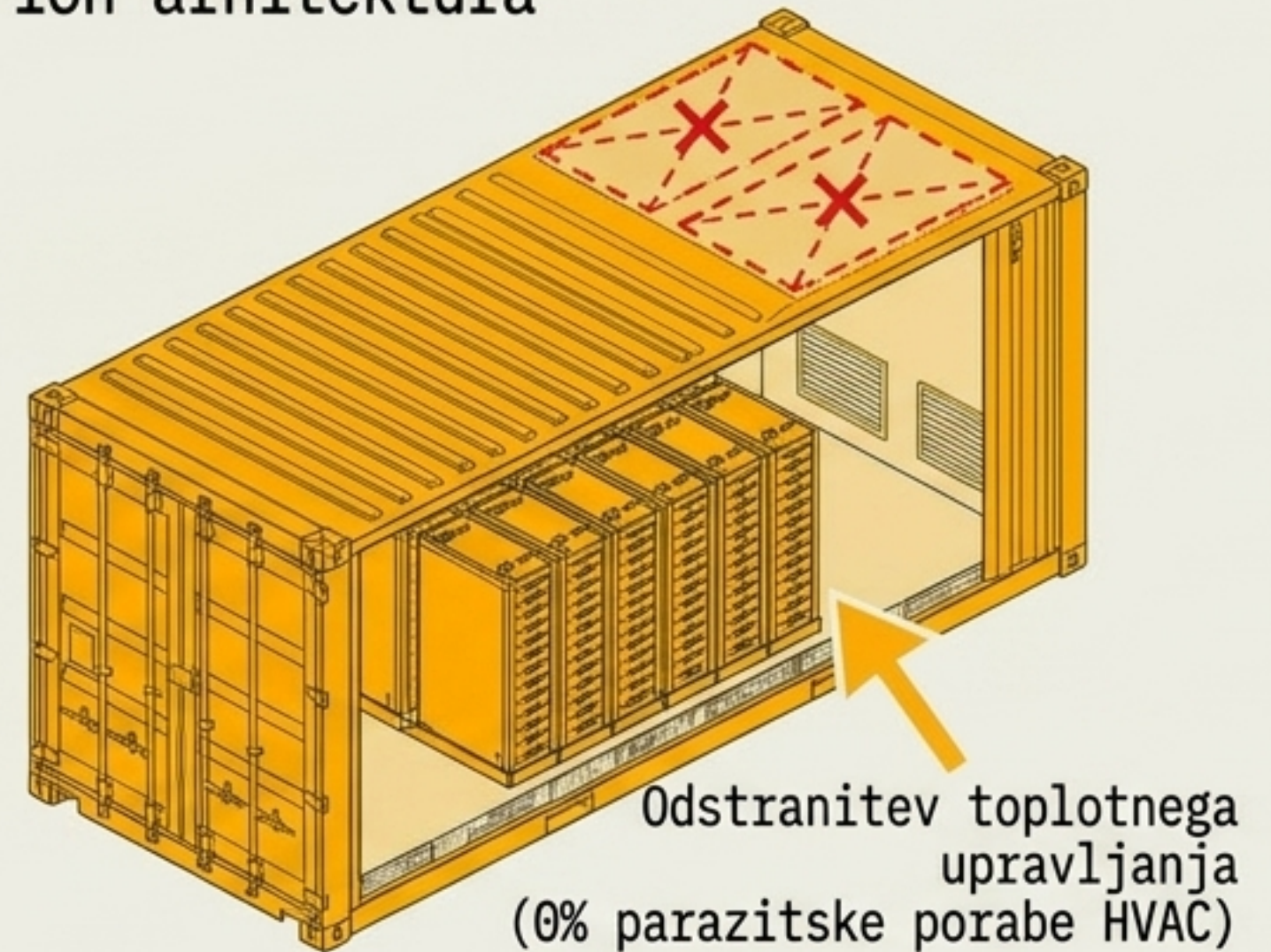
Na-ion celice dramatično razširijo naravno termično ovojnico delovanja. Sistem ne potrebuje dodatne izolacije ali aktivnega hlajenja (chillerjev), ki sta standardna v ekstremnih podnebjih pri litijevih sistemih.

Sistemska arhitektura: Odstranitev toplotnega upravljanja

Li-ion arhitektura



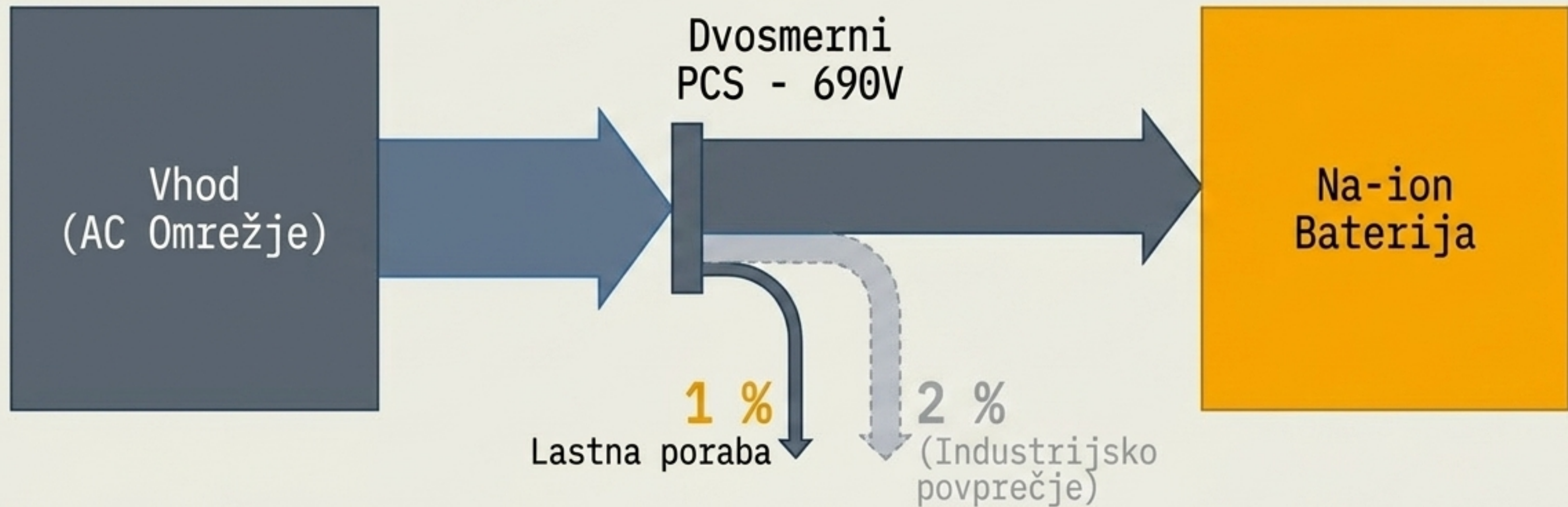
Na-ion arhitektura



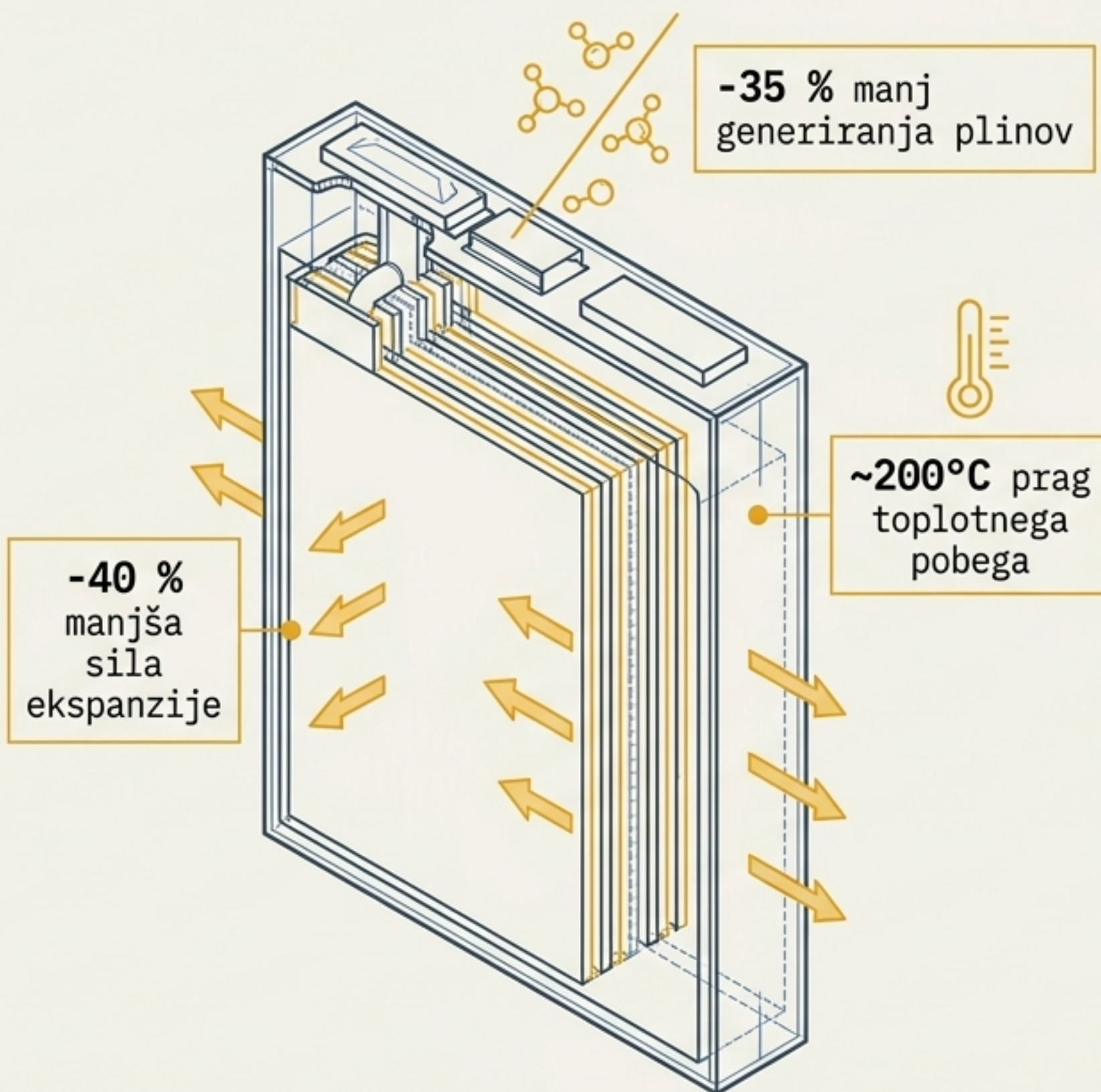
Največji prihranek pri stroških in kompleksnosti ne izhaja le iz cene celic, temveč iz poenostavitve sistema na ravni zabojnika. Fizična odstranitev strojne opreme za aktivno aktivno toplotno upravljanje zmanjša parazitske obremenitve, odpravi točke odpovedi in bistveno poceni integracijo na lokaciji.

Električna pot in zmanjšanje izgub

+2 % izboljšanje
povratne učinkovitosti



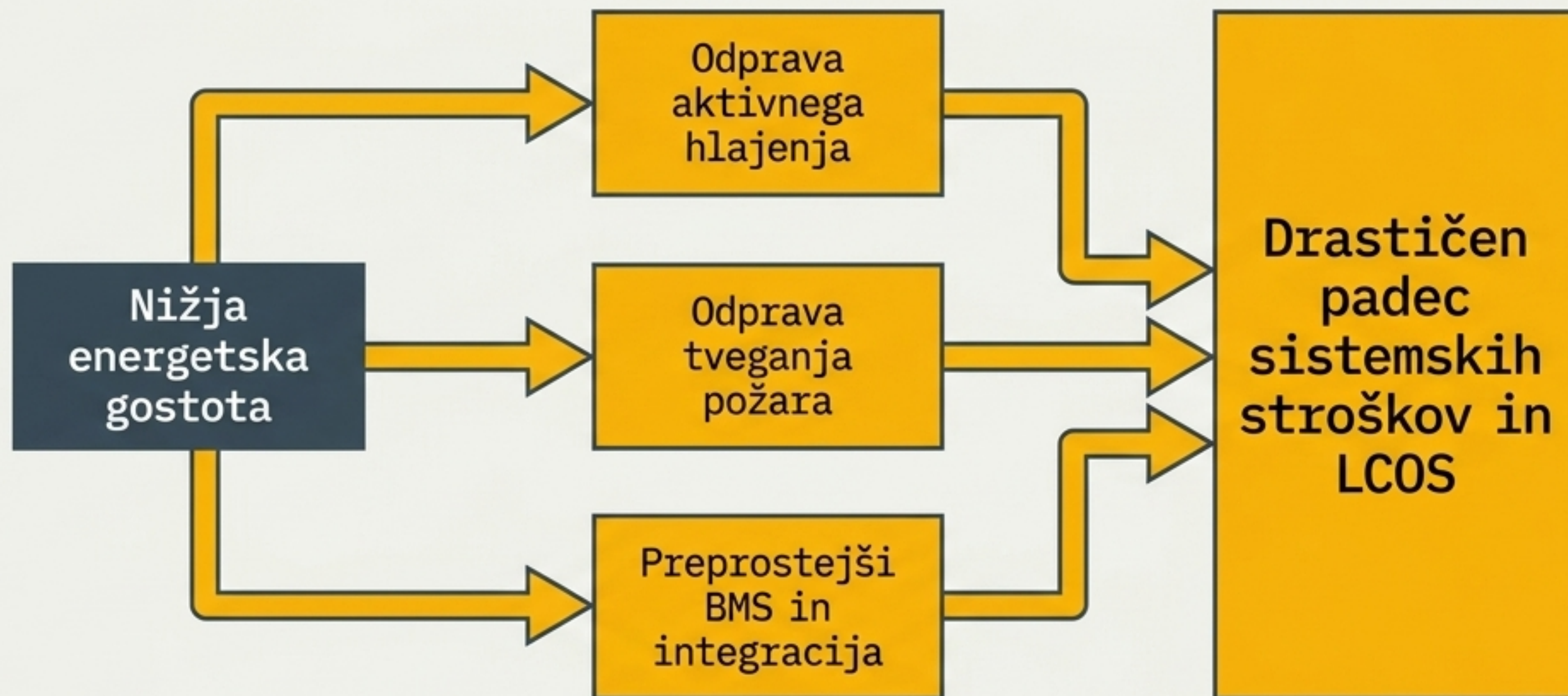
CATL uporablja dvosmerni sistem za pretvorbo moči z regulacijo napetosti (690 V). Z izločitvijo HVAC sistemov in optimizacijo pretvornika se lastna poraba sistema zmanjša na 1 % (polovica industrijskega povprečja), kar neposredno izboljša povratno učinkovitost (round-trip efficiency) za skoraj 2 %.



Fizika varnosti na celični ravni

Stabilnost stacionarnega omrežja zahteva popolno mitigacijo tveganja požarov. Na-ion kemija fizično spremeni parametre tveganja:

- **-40 %** manjša sila raztezanja (ekspanzije) celice.
- **-35 %** manjše generiranje vnetljivih plinov.
- Površinska temperatura pri toplotnem pobegu (thermal runaway) je okoli 200°C, kar je bistveno višje od kritične meje pri konvencionalnih litijevih celicah.



Sinteza: Paradoks energetske gostote

Za leta je veljalo, da je Na-ion tehnologija zaradi nižje energetske gostote neuporabna. A prav to je njen ključni prednostni vzvod pri stacionarnih omrežjih. Z zavestnim sprejetjem nižje energetske gostote in večjega fizičnega odtisa, inženirji odklenejo nesorazmerne sistemske koristi: odpravo kompleksnega hlajenja, vrhunsko varnost, izolacijo od volatilnosti nabavnih verig in podaljšano življenjsko dobo.

Ekonomska prelomnica



Cena odloča o dinamiki energetskega omrežja. CATL je najavil ceno 19 \$ na kWh za dostavljen sistem. Pri tej ceni nobena druga tehnologija za zagotavljanje pasovne energije (baseload) ne more cenovno konkurirati kombinaciji 24/7 sončne ali vetrne energije, podprte s takšnimi hranilniki. Ekonomska enačba omrežja je dokončno spremenjena.

Od laboratorija do evropskega omrežja

Partner: Alfen (Nizozemska)

Leto uvedbe: 2027

Kapaciteta: 5 GWh

Tehnologija: CATL Tener Sodium



CATL in nizozemsko energetska podjetje Alfen (katerih sistemi delujejo že od leta 2011) bosta po Evropi uvedla 5 GWh Tener Sodium sistemov. To je ena največjih zavez za Na-ion v regiji. Izbira Alfen-a temelji na 'optimizaciji stroškovne strukture in 'odpornosti proti volatilnosti cen litija. Uvedbe se začnejo leta 2027.

Globalna oboroževalna tekma z natrijem

Alfen je le vrh ledene gore. Leto 2026 označuje strmo pospešitev naročil.

60 GWh



HyperStrong.

Aprila je CATL sklenil dobavni dogovor za neverjetnih 60 GWh neverjetnih 60 GWh Na-ion sistemov – največje naročilo v zgodovini tehnologije, ki potrjuje njeno zrelost.

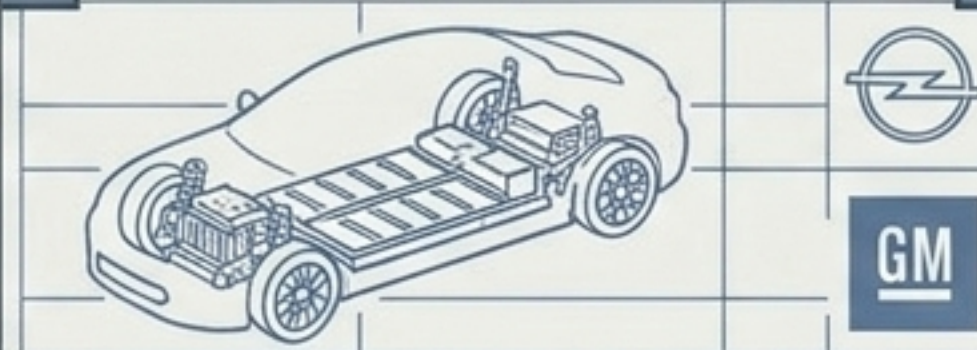
Prvi v ZDA



Peak Energy.

Podjetje je že lansko lansko leto dobavilo prvo grid-scale Na-ion baterijo za energetska omrežja v Združenih državah Amerike.

GM Investicija



General Motors.

Avtomobilski gigant sedaj finančno in strateško podpira platformo Peak Energy, saj industrija pospešeno išče alternative onkraj litija.

Nov temelj električnega omrežja

Baterija, ki se lahko ciklira vsak dan 30 let in brez aktivnega hlajenja pri -20°C obdrži 92 % kapacitete, kapacitete, matematično spreminja zasnovo omrežij.

Litij ostaja nenadomestljiv za avtomobile.
Za stacionarno hrambo in stabilizacijo omrežja pa je prihodnost – in fizikalna smotrnost – v natriju.

