MES
MAGNA ENERGY STORAGE

ATS TELCOM
www.atstelcom.cz

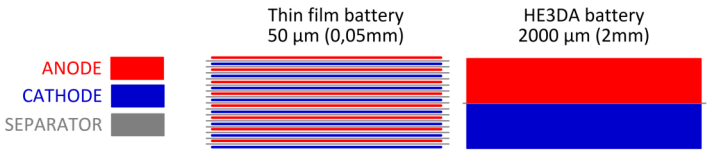
Bateriová technologie HE3DA

inovace v lithium-iontové technologii

Baterie HE3DA (High Energy 3D Accumulator) společnosti Magna Energy Storage a.s. představují novou generaci bateriové technologie, patentované jako HE3DA®, vyvinuté na bázi lithium-nanomateriálů s 3D prostorovými elektrodami. Technologie umožňuje upravit tloušťku elektrod tak, aby odpovídala požadované kapacitě baterie a rychlosti nabíjení a vybíjení. Další parametry lze ovlivnit výběrem použitých materiálů.

Klíčové výhody nové technologie

- **Jednoduchý systémový design:** Design článků HE3DA spolu s bezpečností a robustností technologie zjednodušuje konstrukci baterie a přibližuje ji olověným akumulátorům.



Obr. 1. Tenkovrstvé elektrody a baterie HE3DA s keramickým kompozitním separátorem.

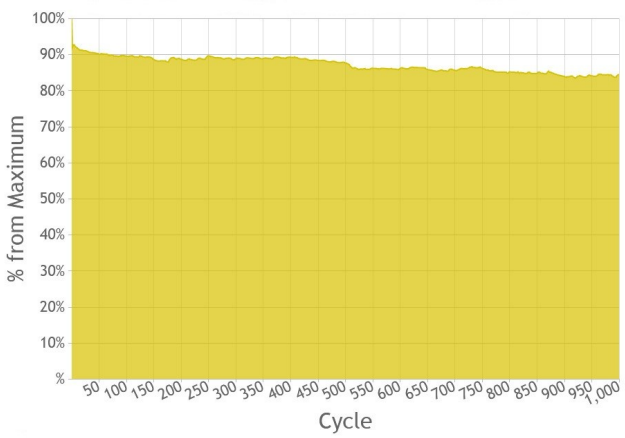
- **Inovativní konstrukce článků:** Patentovaný keramický separátor a design článku umožňují výrobu bateriových článků s vysokou úrovní bezpečnosti, srovnatelnou nebo vyšší než u olověných akumulátorů (Obr.1).

- **Unikátní suchý výrobní proces:** Proces eliminuje výrobní kroky s potřebou rozpouštědel, lepidel a pojiv, což zvyšuje na jedné straně efektivnost výroby a výkon bateriových článků, na druhé straně šetří životní prostředí.
- **Univerzální technologická platforma:** HE3DA je variabilní bateriová platforma, není to pouze konkrétní typ článku – umožňuje použití různých technologií včetně možné změny chemického složení.
- **Vylepšená morfologie elektrod:** Umožňuje výrazně silnější elektrody (až 2 mm) a vyšší kapacitu bateriových článků (až 100 kWh).
- **Skladovatelnost:** Samovybíjení baterií v rozsahu pod 1% kapacity měsíčně umožňuje dlouhodobě skladování i bez připojení k napájecímu zdroji. Zároveň HE3DA baterie umožňují skladování v suchém stavu (bez aplikace elektrolytu).

Testování HE3DA baterií

Chování baterie HE3DA bylo testováno z různých hledisek, v různých prostředích simulujících náročné provozní podmínky s následujícími výsledky:

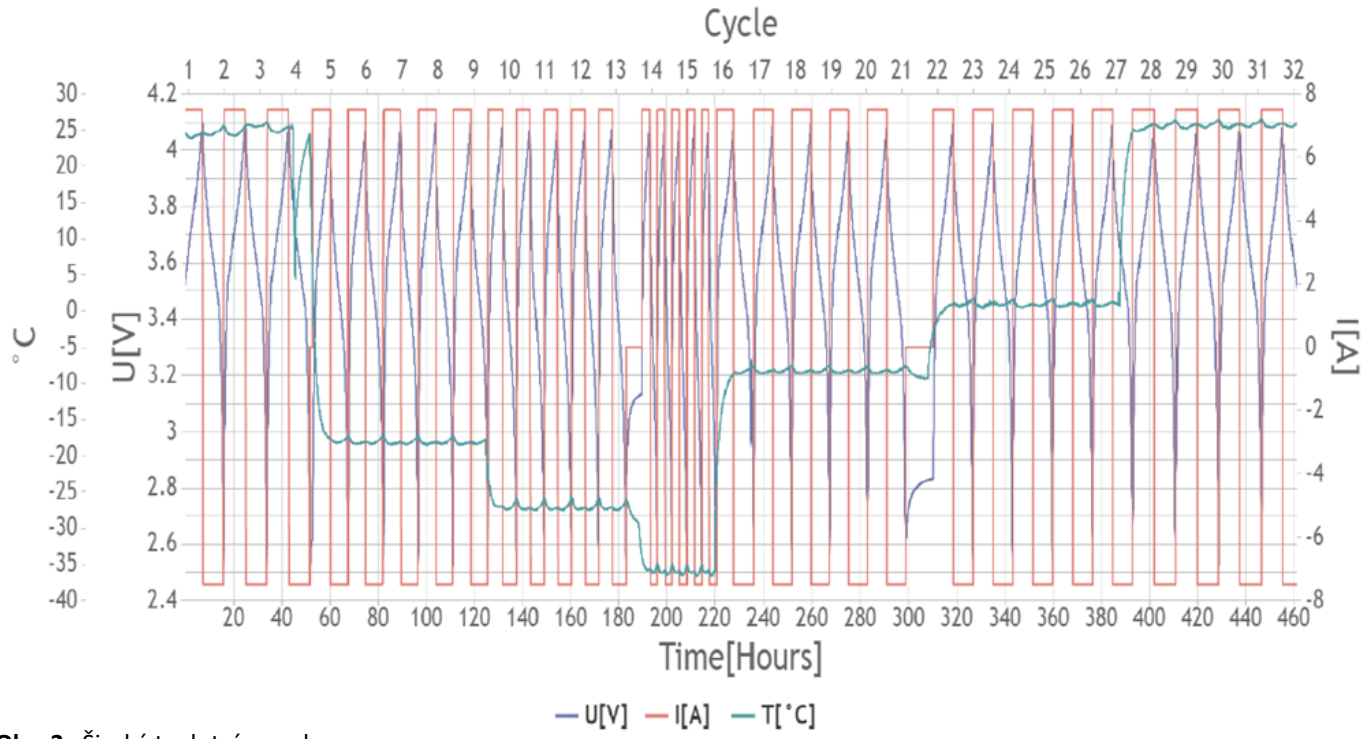
- **Keramický kompozitní separátor:** Použitím keramického kompozitního separátoru se ***zvýšila výkonová stabilita*** a ***zpomalila ztráta kapacity*** ve srovnání se standardními olověnými akumulátory. Graf (Obr. 2.) ukazuje, že kapacita baterií klesá pod 85% celkové kapacity po 1000 vybíjecích cyklech—při 70% DoD (Depth of Discharge/



Obr. 2. Normalizovaná kapacita vybití (Wh)-1000 cyklů hloubkového vybití elektroda 1 mm

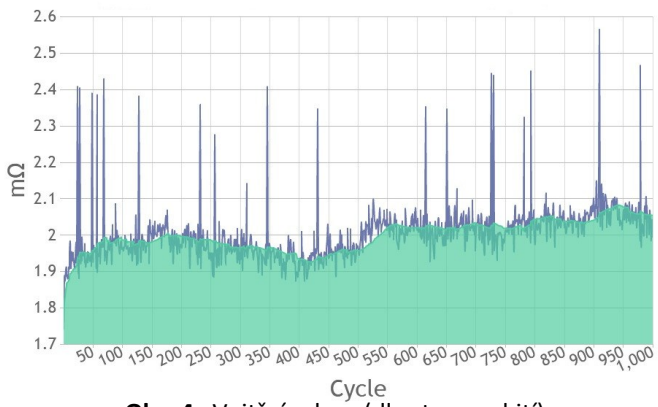
hloubka vybití). Pod 80% kapacity klesá celková kapacita baterie až po 1800 vybíjecích cyklech hloubkového vybití.

- **Nezávislý systém správy baterie (BMS):** Robustní konstrukce baterie HE3DA umožňuje její ***provoz bez trvalého připojení k systému BMS***. BMS se primárně používá pro dálkovou správu stavu jednotlivých baterií, které snižují požadavky na údržbu.
- **Režim udržovacího nabíjení:** Bateriové články HE3DA ***bezpečně pracují v režimu udržovacího nabíjení*** a tím umožňuje snadnou a nákladově efektivní náhradu staničních olověných akumulátorů ve stávajících 48 V DC napájecích systémech.
- **Široký teplotní rozsah:** Bateriové články HE3DA pracují v širokém teplotním rozsahu, což umožňuje nákladově efektivní provedení a provoz velkých bateriových jednotek bez nutnosti použití klimatizovaných místností. Testy ověřily funkčnost v teplotním rozmezí ***od -20 °C do +40 °C*** (Obr. 3).
- **Bezpečnost technologie:** Konstrukce a vlastnosti baterio - vých článků HE3DA představují novou úroveň bezpečnosti. Baterie umožňuje ***provoz i v případě strukturálního***



Obr. 3. Široký teplotní rozsah

selhání způsobeného mechanickým poškozením, požárem nebo dlouhodobým zkratem.



Obr. 4. Vnitřní odpor (dle stavu nabití)- 1000 cyklů hloubkového vybití elektroda 1 mm

- **Předvídatelné chování:** Baterie HE3DA mají nízký vnitřní odpor, který se během cyklování mění lineárně. Díky tomu je možné deklarovat ***předvídatelné chování*** baterií po celou dobu jejich životnosti (Obr. 4).

Udržitelnost a výroba technologie HE3DA.

- **Strategická nezávislost:** Na rozdíl od konkurenčních lithium-iontových baterií, kdy ve všech vrstvách dodavatelského řetězce baterií převažuje silná závislost na Asii, zejména na Číně, vývoj a výroba baterií HE3DA odpovídá snahám EU o dosažení větší konkurenceschopnosti a strategické nezávislosti. Baterie jsou vyvinuté českou firmou Magna Storage Energy a.s. a vyráběné v České republice s tím, že jsou akcentovány evropské dodavatelské řetězce.
- **Recyklovatelnost:** Konstrukce HE3DA baterií usnadňuje snadnou separaci materiálů pro recyklaci, podporuje ekonomické využití materiálů třídy A, a přispívá k udržitelné ekonomice baterií.
- **Udržitelnost:** Jednoduchý a ekonomický proces recyklace bateriových článků HE3DA představuje nový standard udržitelnosti pro lithium-iontové baterie.

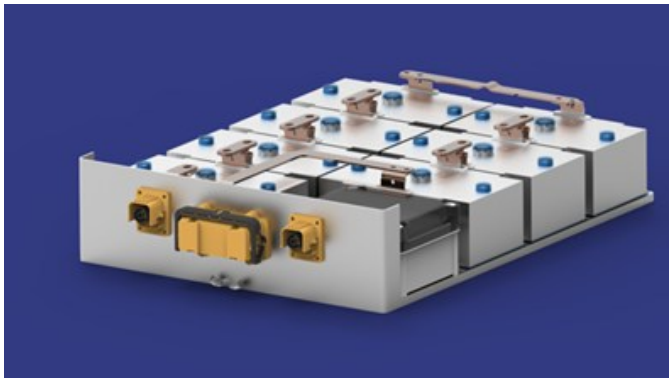
Příklady baterií:

- **HE3DA článek BES** (Obr. 5).**:** Je ve výrobě od roku 2025.



Obr. 5. HE3DA BES komerční článek druhé generace

Baterie má elektrody o tloušťce 0,5–1 mm a kapacitu 0,8 kWh. Váží 5 kg a dosahuje energetické hustoty 170 Wh/kg.



Obr. 6. Příklad bateriového modulu o kapacitě 7 kWh

- **HE3DA 7kWh bateriový modul:** Jednoduchým způsobem je možné z jednotlivých článků skládat bateriové moduly (Obr. 6). Modulární řešení umožňuje velmi efektivní snadnou, a především rychlou výměnu modulů.

POROVNÁNÍ BATERIÍ

Při výběru technologie baterií pro záložní napájecí systémy kritické infrastruktury (nepřerušitelný zdroj napájení – UPS) je zásadní posoudit vhodnost každé možnosti podle různých kritérií tak, aby byla zajištěna dlouhodobá spolehlivost, výkon a nákladová efektivnost. Následující odstavce poskytují srovnání mezi tradičními staničními olověnými bateriemi, běžnými lithium-iontovými bateriemi a bateriemi HE3DA podle různých hledisek:

Spolehlivost a jednoduchost

- **Olověné baterie:** jsou dobře zavedenou technologií a v napájecích systémech se používají již desítky let. Jejich spolehlivost z hlediska dostupnosti a výkonu je osvědčená. Systémy s olověnými bateriemi mají relativně jednoduchý design a zavedené procesy nabíjení a vybíjení, které jsou výhodné pro údržbu a opravy. V poslední době však dochází k poklesu spolehlivosti zejména z důvodu používání recyklovaného olova při výrobě. Ne všichni výrobci recyklují olovo na úroveň „čistého olova“, což vede k ***nižší spolehlivosti a kratší životnosti baterií***, než je požadováno.
- **Lithium-iontové baterie:** nabízejí vyšší účinnost a spolehlivější výkon v širokém rozsahu nabíjecích cyklů. Obvykle jsou vnitřně stabilnější a méně náchylné k únikům a korozi ve srovnání s olověnými bateriemi, avšak vyžadují sofistikovanější systémy řízení baterií (Battery Management System – BMS) pro monitorování výkonu, nabíjecích/vybíjecích cyklů a regulaci teploty. Pokud nejsou tyto systémy správně využívány, mohou vést k vyšší míře selhání.
- **HE3DA baterie:** díky své robustní a bezpečné konstrukci nevyžadují pro zajištění spolehlivého fungování složitý



Obr. 7. Bezpečnost technologie—vysoká mechanická odolnost zabraňuje riziku požáru

systém řízení baterií (BMS). Spolehlivost HE3DA baterií je proto srovnatelná s olověnými články. Stejně jako u olověných baterií je jejich jednoduchý design a potenciálně běžné používání výhodné pro údržbu a opravy. Konstrukce HE3DA baterie umožňuje provoz i v případě částečného poškození.

Náklady a ekonomická efektivnost

- **Olověné baterie:** mají výrazně nižší pořizovací náklady ve srovnání s lithium-iontovými bateriemi, nicméně je třeba vždy kalkulovat nejenom cenu pořízení, ale celkové náklady včetně údržby. Navíc je třeba brát do úvahy směrnice EU, které vyžadují snižování používání olova a je otázkou, v jakém časovém horizontu bude nutné olověné baterie nahradit.
- **Lithium-iontové baterie:** mají sice vyšší pořizovací náklady, ale jejich delší životnost a nižší nároky na údržbu mohou vést k nižším celkovým nákladům (Total cost of ownership-TCO) než u baterií olověných.
- **HE3DA baterie:** pořizovací cena reflektuje stadium vývoje, míru inovace a zavádění produktu na trh. V této chvíli je pořizovací cena vyšší, ale vlastní koncepce umožňuje optimalizovat řešení podle potřeb jak z pohledu pořízení, tak celkových nákladů na servis a údržbu. V tomto se neliší od běžných lithium-iontových baterií. Na rozdíl od nich však přináší velkou ekonomickou výhodu pro uživatele, který potřebuje nahradit olověné baterie ve stávajících systémech. Tato technologie to umožňuje bez nutnosti významných úprav, zatímco běžné lithiové baterie toho schopny bez dalších nákladů nejsou.

Rozměrové a hmotnostní charakteristiky

- **Olověné baterie:** jsou velké a těžké, vyžadují více prostoru a mohou zvýšit celkovou hmotnost napájecího systému. To představuje problém v prostředích s omezeným prostorem, zejména ve velkých datových centrech nebo v místech s omezeným prostorem (velikost místnosti, nosnost podlahy).
- **Lithium-iontové baterie:** jsou ve srovnání s olověnými bateriemi kompaktnější a lehčí, což představuje významnou výhodu v prostorově omezených prostředích. Jejich vyšší energetická hustota umožňuje využít menší a energeticky efektivnější systémy, čímž se snižuje celková hmotnost napájecího systému.
- **HE3DA baterie:** HE3DA baterie, podobně jako lithium-iontové baterie, jsou ve srovnání s olověnými bateriemi kompaktnější a lehčí. Vyšší energetická hustota umožňuje využít menší a energeticky efektivnější systémy, čímž se snižuje celková hmotnost napájecího systému. Konstrukce HE3DA baterií zároveň umožňuje výrobu baterií o velikosti olověných baterií, avšak s mnohem vyšší kapacitou.

Životnost baterií

- **Olověné baterie:** V závislosti na způsobu používání a vlivu okolního prostředí se životnost pohybuje mezi pěti až deseti lety. Časem se parametry baterií zhoršují a vyžadují výměnu, což přináší náklady nejenom na nákup nových baterií, ale i další náklady jako je doprava, ekologická likvidace a náklady na vlastní fyzickou výměnu. V neposlední řadě výměna baterií může být provozně nevyhovující, a to zejména u kritické infrastruktury, která musí běžet nepřetr-

žitě. V současnosti je životnost staničních baterií ovlivněna použitím nižší kvality olova, což urychluje jejich degradaci.

- **Lithium-iontové baterie:** obvykle vydrží 8 až 15 let nebo déle, v závislosti na typu a způsobu používání. Jejich schopnost odolat většímu počtu nabíjecích cyklů (obvykle 2000 až 5000 cyklů oproti 300–500 cyklům u olověných baterií) vede k delší provozní životnosti, což z nich činí lepší volbu pro systémy s požadavky na dlouhodobý životní cyklus.
- **HE3DA baterie:** dosahují výjimečné životnosti díky optimalizované morfologii elektrod, robustní konstrukci článků zabraňující delaminaci a nafouknutí, a odolnému minerálnímu separátoru. Tato zlepšení zajišťují nízký vnitřní odpor, postupnou lineární degradaci kapacity a eliminují náhlé poklesy výkonu. Na rozdíl od běžných lithium-iontových baterií, které je nutné vyměnit při 70–80 % kapacity kvůli rychlé degradaci, baterie HE3DA využívají plnou aktuální kapacitu bez ztráty stability. Schopnost efektivně fungovat v rozsahu 70 % až 20 % zbývající kapacity téměř zdvojnásobuje jejich životní cyklus.

Klimatické podmínky

- **Olověné baterie:** jsou citlivé na extrémní teploty během provozu, zejména v chladnějším klimatu. Jejich kapacita při nižších teplotách výrazně klesá a jsou také náchylnější k sulfataci (nevratný proces, ke kterému dochází, když jsou baterie vystaveny vysokým teplotám).
- **Lithium-iontové baterie:** mají rovněž omezený provozní teplotní rozsah, ale jsou obecně stabilnější a mohou efektivně fungovat v širším teplotním rozpětí. Některé lithium-iontové baterie jsou speciálně navrženy pro provoz v extrémních podmínkách, i když vysoké teploty mohou stále zhoršovat jejich výkon.
- **HE3DA baterie:** Články baterií HE3DA jsou navrženy tak, aby spolehlivě fungovaly v širokém teplotním rozsahu (od -20 °C do 40 °C), což zajišťuje stabilní výkon i při proměnlivých environmentálních podmínkách. Tato schopnost umožňuje nákladově efektivní konstrukci a provoz velkokapacitních systémů pro ukládání energie, protože snižuje potřebu rozsáhlého tepelného managementu. Výsledkem je zvýšení celkové účinnosti systému, snížení provozních nákladů a vyšší spolehlivost, což činí tyto bateriové články ideálním řešením pro náročné aplikace ukládání energie.

Ekologická udržitelnost

- **Olověné baterie:** jsou ekologicky neudržitelné, protože obsahují toxické materiály (zejména olovo a kyselinu sírovou). Nicméně jsou recyklovatelné a míra recyklace olověných baterií je relativně vysoká.
- **Lithium-iontové baterie:** neobsahují toxické materiály. Vlastní těžba lithia a likvidace baterií na konci jejich životnosti nejsou šetrné k životnímu prostředí. S rozvojem jejich výroby jsou zaznamenány řady inovací v recyklaci a udržitelnějším získávání materiálů, které z dlouhodobého hlediska činí lithium-iontové baterie udržitelnější variantou.
- **HE3DA baterie:** Technologie baterií HE3DA zvyšuje udržitelnost optimalizací výroby, provozu a recyklace. Výrobní proces eliminuje většinu energeticky náročných kroků, nevyužívá škodlivá rozpouštědla a dosahuje téměř nulové chybovosti, což snižuje odpad materiálu. Na konci životnosti umožňuje snadné oddělení materiálů a absence křížové kontaminace zajišťuje nákladově efektivní recyklaci a znovupoužití vysoce kvalitních materiálů. Technologie HE3DA tak kombinuje udržitelnost s ekonomickou efektivností a vytváří cirkulární baterii, která splňuje přísné environmentální normy EU.

Kompatibilita se stávajícími napájecími systémy

- **Olověné baterie:** jsou standardem ve většině stávajících napájecích systémů. Výše uvedená srovnání však ukazují, že z dlouhodobého hlediska budou vytlačovány bateriemi nové generace.
- **Lithium-iontové baterie:** ačkoliv lithium-iontové baterie nabízejí významné výhody, nejsou přímo kompatibilní se staršími napájecími systémy navrženými pro staniční olověné baterie. UPS systémy, které nebyly původně vyrobeny s kompatibilitou pro lithium-iontové baterie, vyžadují dodatečné vybavení nebo výměnu nabíjecího modulu a systému pro správu baterií (BMS). Tyto dodatečné náklady a úsilí je nutné zohlednit při rozhodování.
- **HE3DA baterie:** na rozdíl od běžných lithium-iontových baterií mohou HE3DA baterie přímo nahradit původní olověné staniční baterie ve stávajících systémech bez nutnosti významných úprav. První komerční typ bateriového článku HE3DA BTS byl speciálně pro tyto aplikace vyvinut, což zajišťuje bezproblémovou integraci a zvýšený výkon v provozovaných systémech.



Dodavatel: ATS-TELCOM PRAHA a.s., Milíčova 14, Praha 3 tel: +420 283 003 111, email:he3da@atstelcom.cz
Výrobce: Magna Energy Storage a.s., Průmyslová 1554/9, Horní Suchá, www.magnastorage.cz