



Současné limity a budoucí vývoj akumulátorových baterií

Ing. Pavel Hrzina, Ph.D.

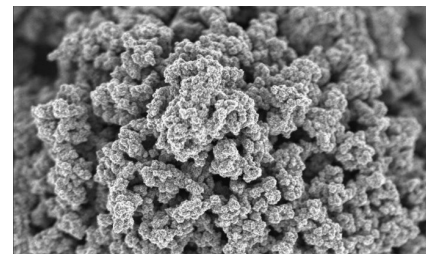


2000 let před naším letopočtem

Baterie

Rok 2018

4000 let vývoje !



3800 let vývoje !



Rok 1800

200 let vývoje !





Dělení baterií

- S alkalickým elektrolytem na bázi niklu
- S kyselým elektrolytem na bázi olova
- S alkalickým elektrolytem na bází lithia



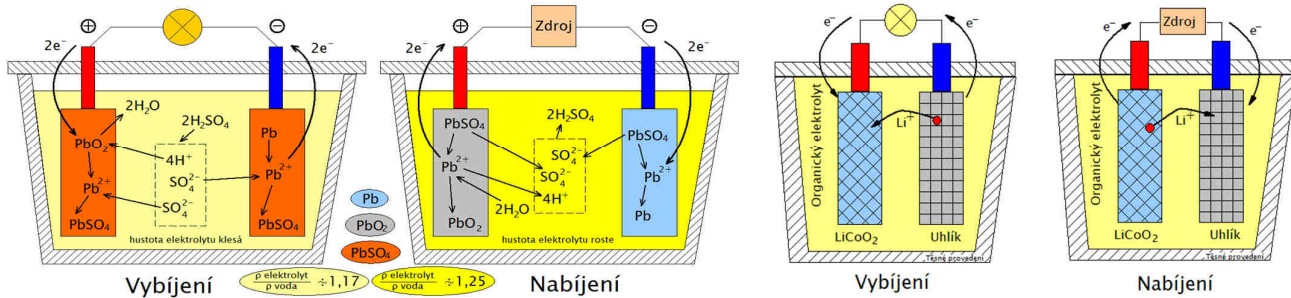
Nikl-kadmiové a nikl-železné články

- Dnes nepoužívané (ekologie, cena)
- Vyjma speciálních aplikací – Nouzové osvětlení
- Odolnost vůči vybití
- Odolnost vůči přebíjení
- Velký rozsah pracovních teplot





Olověné x Lithiové baterie

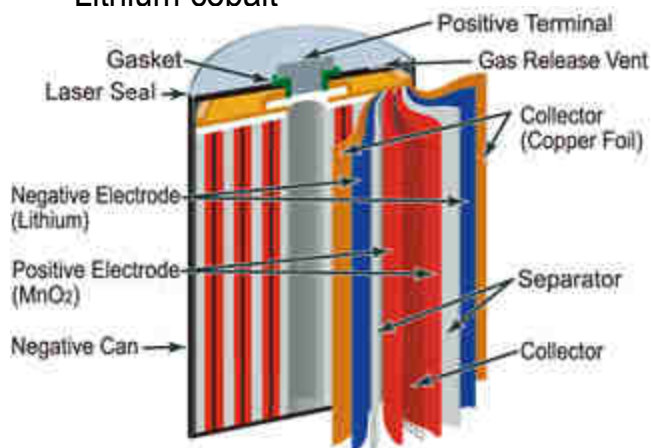


- Základní princip lithiové baterie je odlišný od olověné baterie
 - Dochází k transportu Li^+ iontů
 - Nedochozí k chemické reakci
 - Vyšší životnost



Lithium xxxx

- Lithium titanate
- Lithium iron phosphate
- Nickel manganese cobalt
- Lithium manganese spinel
- Nickel cobalt aluminium
- Lithium cobalt
- Vždy velmi podobná konstrukce
- Liší se vlastnostmi
 - Hustota energie
 - Obsah dalších materiálů
 - Cena





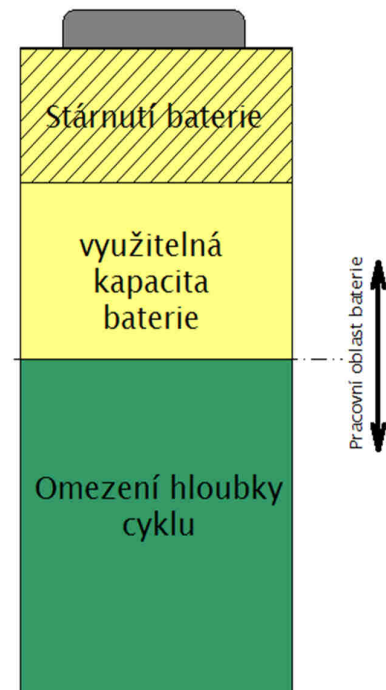
Základní parametry

Technologie	LFP	LTO	NCA	NMC	LMO	LCO	NiCd	NiMH	Pb
Chemický vzorec katody	LiFePO_4	$\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$	LiNiCoAlO_2	LiNiMnCoO	LiMn_2O_4	LiCoO_2	$2\text{Ni}(\text{OH})_2$	$\text{NiO}(\text{OH})$	PbSO_4
Nominální napětí článku [V]	3.2	2.4	3.6	3.7	3.7	3.6	1.2	1.2	2.1
Energetická hustota [Wh/kg]	90-110	50-70	200-260	150-210	100-150	150-200	40-60	60-120	30-40
Energetická hustota [Wh/dm ³]	200-240	110-160	440-550	320-440	220-300	310-420	50-150	140-300	60-75
Cyklovatelnost [počet cyklů]	2000-4000	6000-10000	500	1000-2000	300-700	500-1000	2000	500-1000	500-800
Minimální napětí [V]	2.5	1.7	3	2.5	2.5	2.5	0	0	1.75
Maximální napětí [V]	4	2.8	4.2	4.2	4.2	4.2	1,4	1,4	2,3-2,45 (dle typu)
Maximální proudová zatížitelnost	3C	15C	1C	3C	3C	1C	různé (<2C)	různé (<2C)	různé



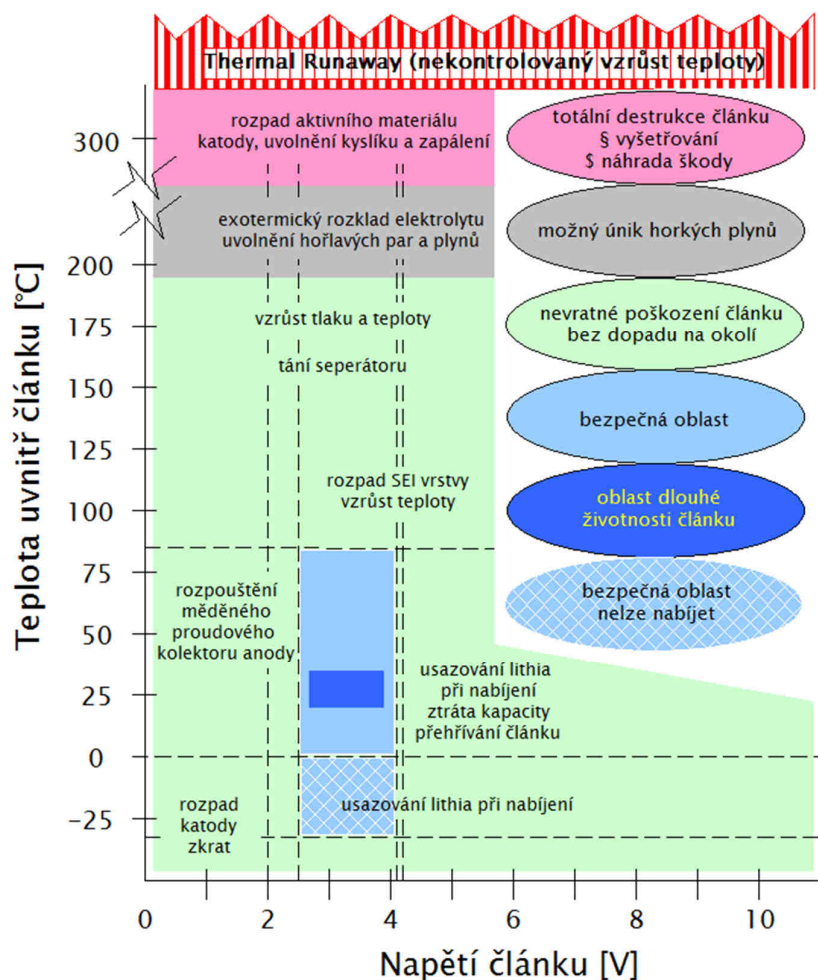
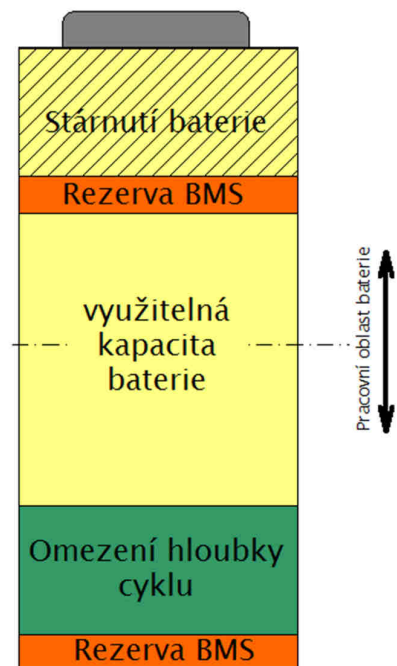
Olověné baterie - vlastnosti

- Plynovací napětí (14,4V pro 6 čl. baterii)
- Teplotní koeficient - 3mV/1°C
- 50% DOD
- 6 let života
- -40°C až +50°C



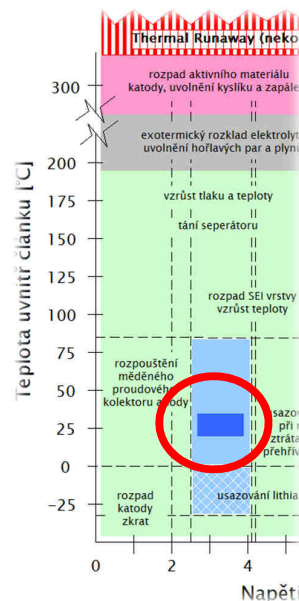
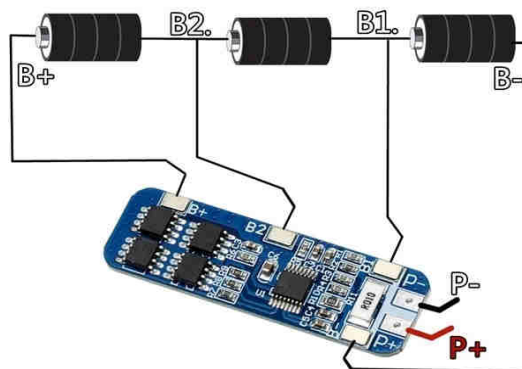
Lithiové baterie - vlastnosti

- Napětí dle technologie (3,2V nebo 3,6V)
- Nelze nabíjet pod 0°C
- 80% DOD
- 2000 až 10 000 cyklů
- Až 15 let života



BMS

- Cílem BMS je udržet baterii v pracovní oblasti
- U kvalitních článků BMS začíná „pracovat“ až v druhé polovině životnosti baterie
- Aktivní BMS x pasivní BMS
- Monitoring
 - napětí
 - teploty
 - proudu
 - kapacity
 - ...



Akumulace elektrické energie

- Bateriové systémy
 - Domácí systém
 - 2 kWh až 15 kWh
 - Malé systémy (firma)
 - do 50 kWh
 - Vetší a velké systémy
 - stovky kWh



Energetická úložiště

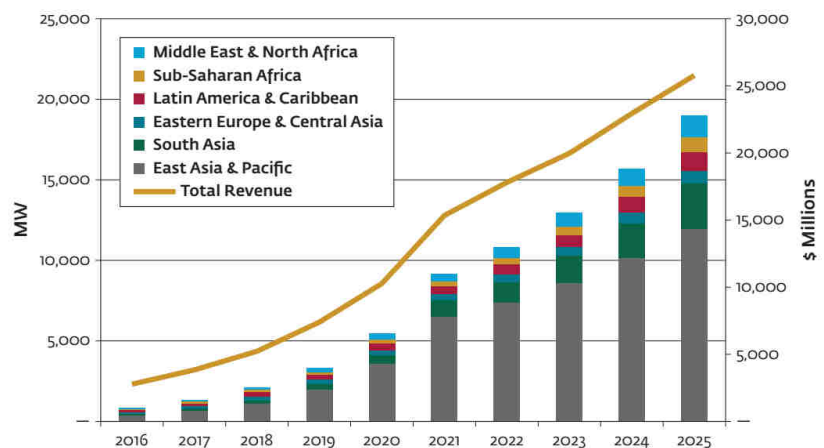
- Současný trend
 - Kontejnerové systémy
 - Sestava z menších bloků
 - Stavebnicové řešení
 - Lithiové baterie



Africa GreenTec is planning to install solar-plus-storage containers across hundreds of villages in Mali and Niger. Pic: Africa GreenTec.

Jak velké ?

- Plynulý meziroční nárůst
- Větší objem v asijských zemích



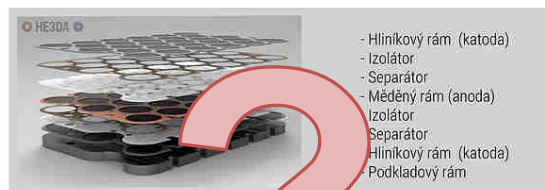
(Source: Navigant Research)



Kde je ta exponenciála ?

- Výzkum elektrochemických zdrojů je velmi náročný
- Jedná se o evoluci-nikoliv revoluci
- Klíčové objevy se prosazují pomalu
- Dlouhá cesta od prototypu k celku
- Snaha o využití současné technologie
– 18650 → 2170
- Nedostatek materiálů...

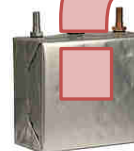
Rozložení vrstev baterie



Skladba baterie



Konstrukce baterie
Tloušťka elektrod 1mm
Aktivní materiály NMC a Grafit



Baterie v ochranné fólii
vyplněná nevodným elektrolytem
1.0 M LiPF₆ EC/DMC



Baterie v ochranném obalu
ENERGETICKÁ KAPACITA 1kWh, NAPĚTÍ 4V,
KAPACITA 270Ah, Max. NABÍJENÍ 4.2V,
Max. VYBÍJENÍ 2.0V, VÁHA 11,9kg

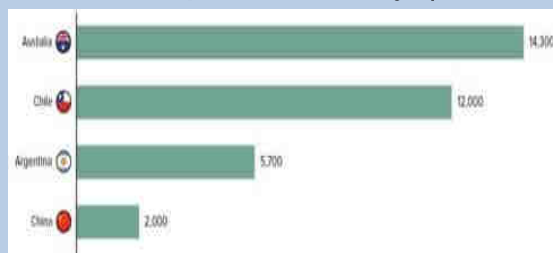


Lithium



- Lehký velmi reaktivní kov
- Těžba z lithných solí
- Světové zásoby? – dostačující !
- Cena ovlivněna dostupností těžby*)

- Austrálie
- Čile
- Argentina
- Čína
-



*) tzv. ekonomicky nedostupné zásoby



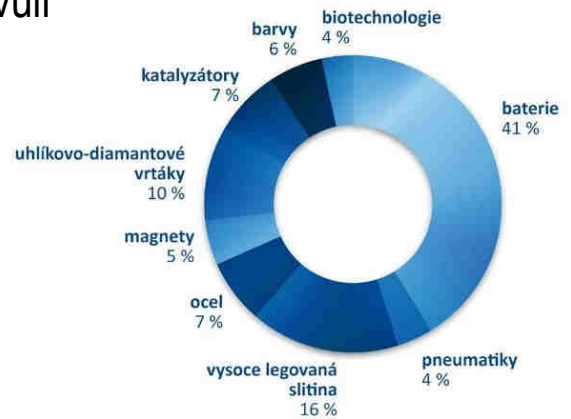
Kobalt, Titan, Hořčík...

- Pomocné materiály
- Často využíváné i v jiných oborech
- Zejména kobalt je problematický i kvůli způsobu těžby



Těžba kobaltu u jezera mezi městy Lubumbashu a Kolwezi v Demokratické republice Kongo
Autor: Profimedia.cz

GLOBÁLNÍ POPTÁVKA PO KOBALTU
PODLE ZPŮSOBU VYUŽITÍ

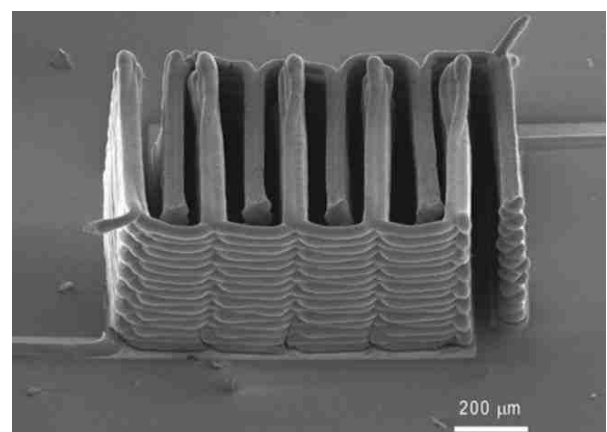
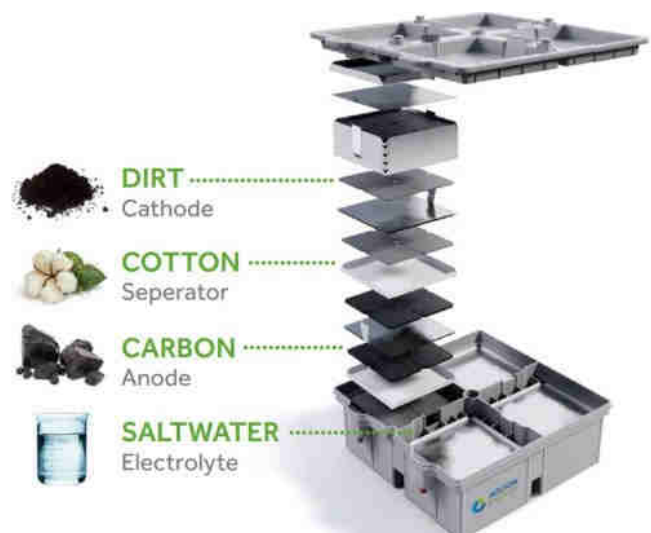


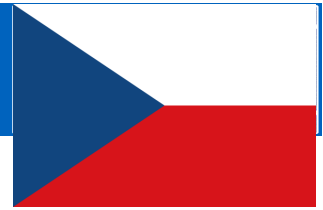
Zdroj: Idnes.cz



Možné cesty vývoje

- Hořčíkové baterie s pevným elektrolytem
- SaltWater battery
- 3D tisk a mikrobaterie
- Nano-materiály s velkým povrchem (HE3DA)
- LFP,NMC,NCA,LTO články vyráběné v giga-továrnách
- Redox flow systémy





Závěr – co za to?

- 1,3 MWh uložená do „kontejneru“ odpovídá cca. 20 mil. Kč (24 mil.)
– 18 tis. / kWh
- 7,6 kWh uložené do „Energy cloudu“ odpovídá 200 tis. Kč
– 26 tis. / kWh



Děkuji za pozornost.



UNIVERZITNÍ
CENTRUM
ENERGETICKY
EFEKTIVNÍCH BUDOV
ČVUT V PRAZE



SOLÁRNÍ ASOCIACE
SLUNCE • ENERGIE • AKUMULACE

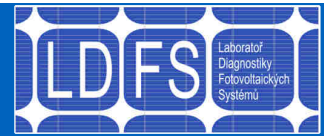
Ing. Pavel Hrzina, Ph.D.

Odborný asistent na katedře elektrotechnologie ČVUT FEL.
Manažer kvality a metrolog Laboratoře diagnostiky fotovoltaických systémů, ČVUT FEL.
Vedoucí skupiny pro malé zdroje a akumulaci, Solární asociace.
Výzkumný pracovník Univerzitního centra energeticky efektivních budov ČVUT.

Kontakt: hrzinap@fel.cvut.cz

Web: pasan.feld.cvut.cz

Dotazy ?



Podmínky použití prezentace

- Použité obrazové materiály pochází z veřejně dostupných zdrojů.
- U některých materiálů je citace přímo součástí obrázku, u dalších materiálů je původ zmíněn přednášejícím v samotné přednášce.
- Prezentaci je dále možno využít pouze pro nekomerční účely a sebevzdělávání.
- Většina textových materiálů je autorským dílem autora prezentace, autor souhlasí s neomezeným použitím pro nekomerční účely a sebevzdělávání.