



InoBat+

Lithium-Ion Batteries: Technology,
Development and Application

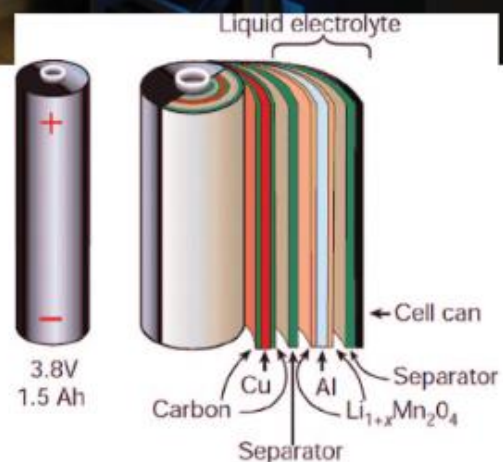
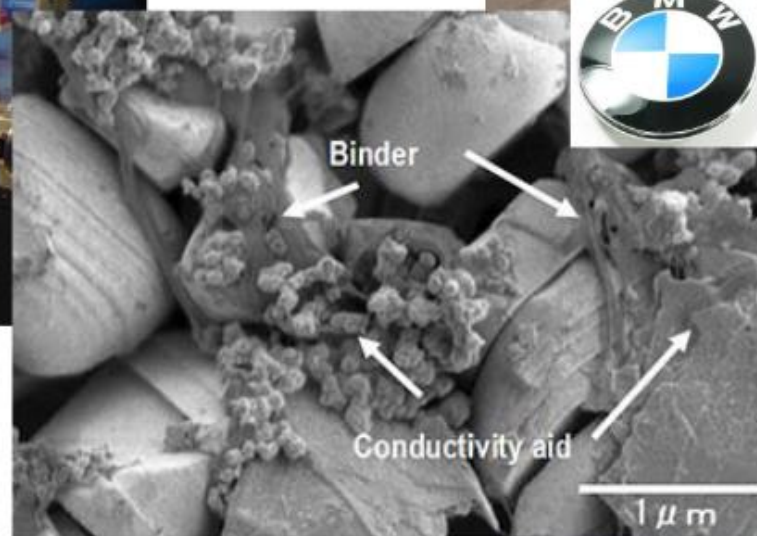
Jakub Reiter

Inobat

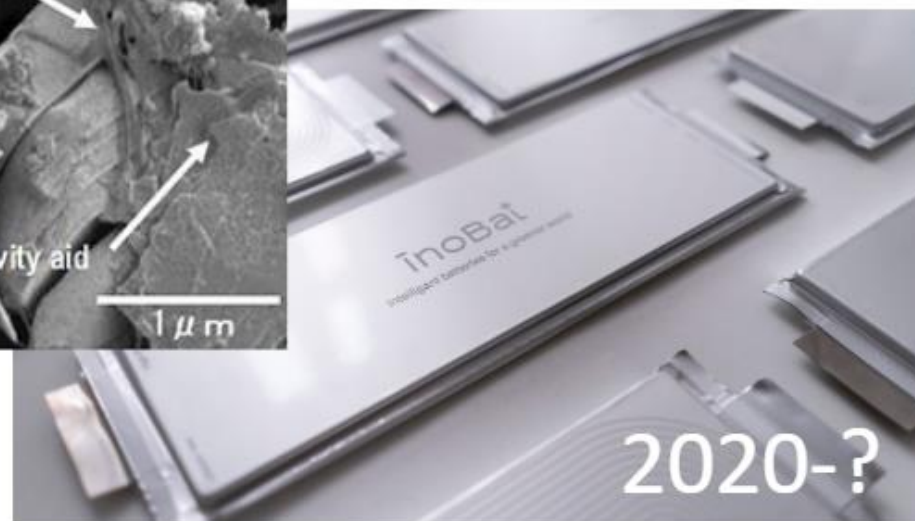
Brno, Czech Republic, November 19th, 2024

Krátké představení.

Chemik na baterky...



inoBat

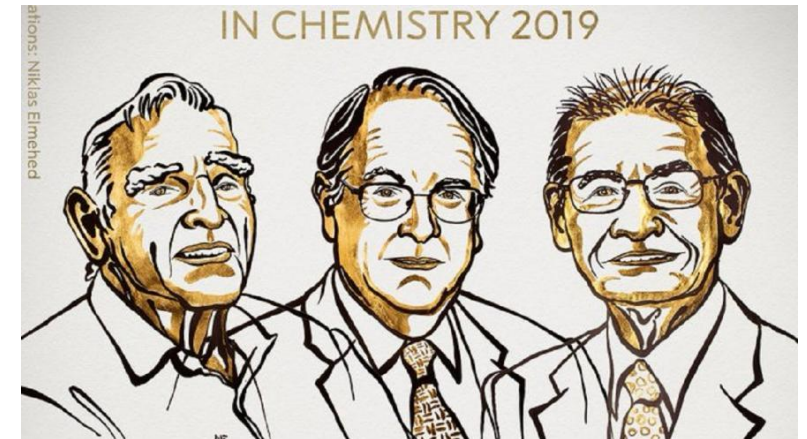


Už staří Řekové? Spíše Italové a Japonci...



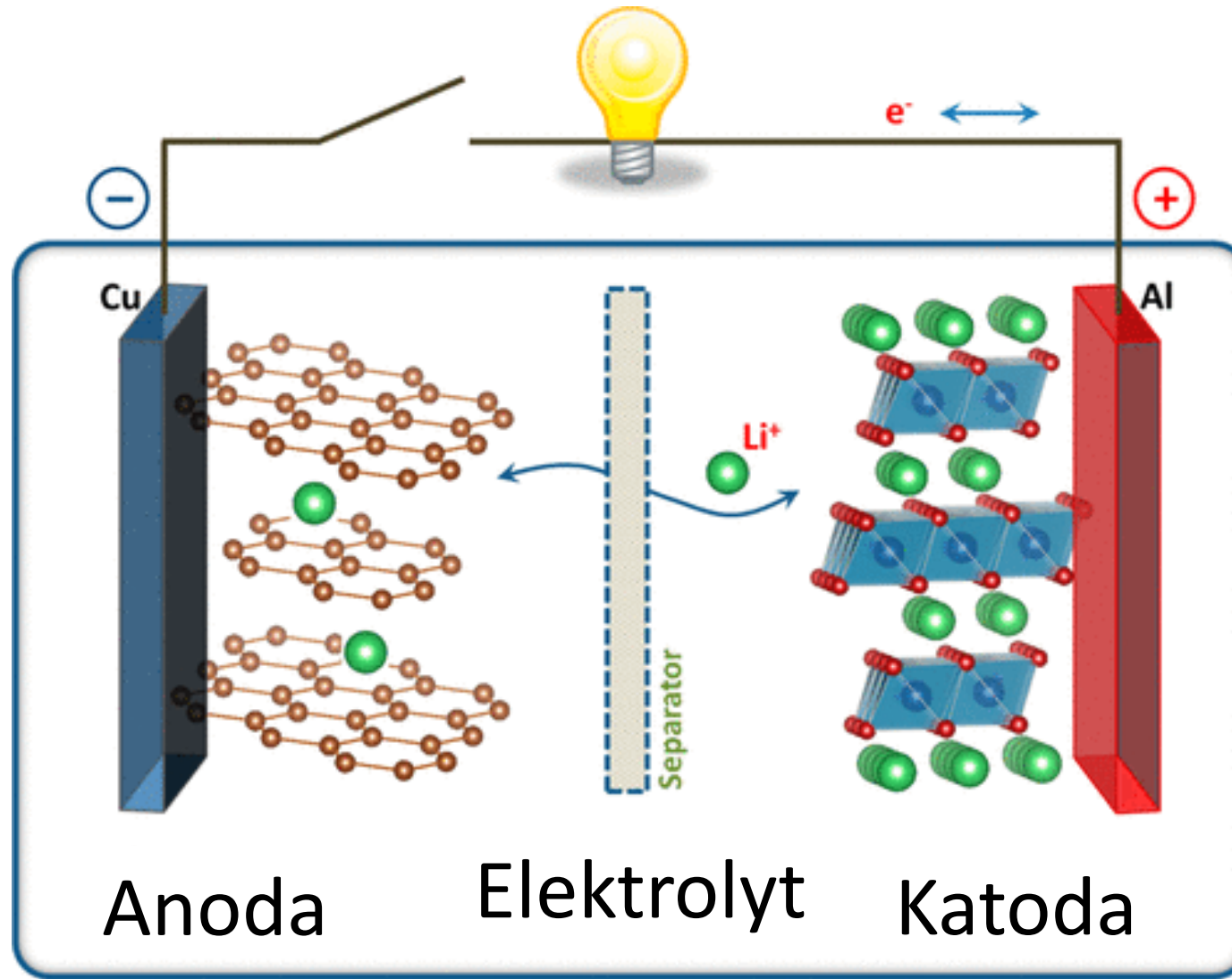
Alessandro Volta 1800

Sony 1990

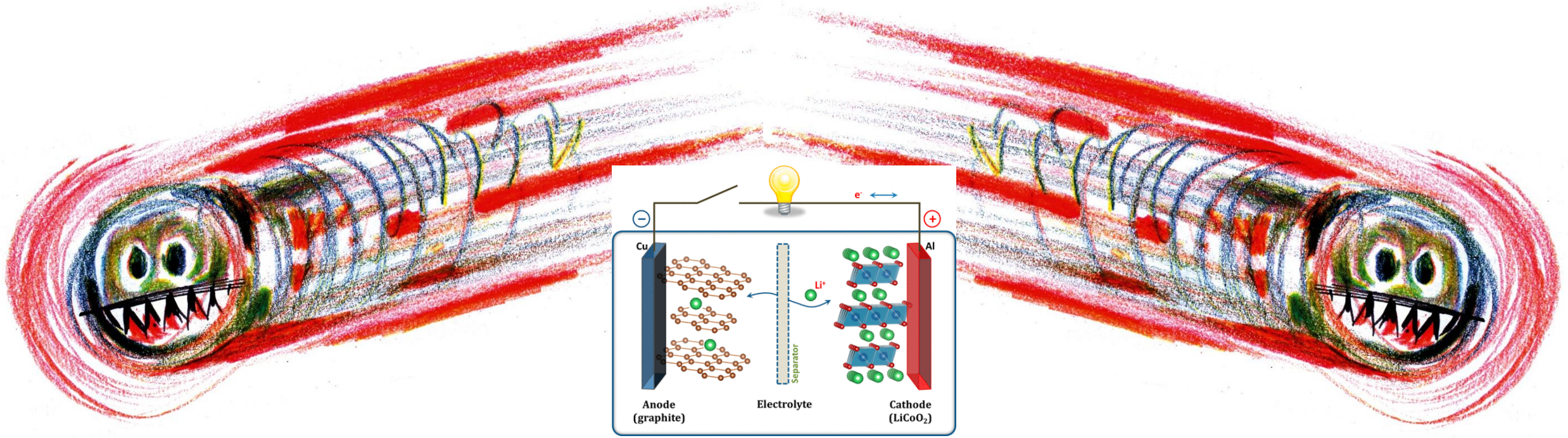


Goodenough, Whittingham, Yoshino
2019

Princip Li-ion baterie.



Létající elektrony a ionty.



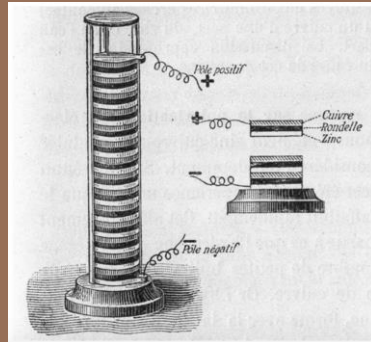
Vybíjení baterie

Nabíjení baterie

Elektrochemické zdroje elektrické energie.

Primární = nenabíjecí

Jednoduchá výroba
Jednoduchá recyklace
Nákladově optimalizované
Různé chemie
Různé aplikace



První cely 1800 Alessandro Volta – Voltův sloup

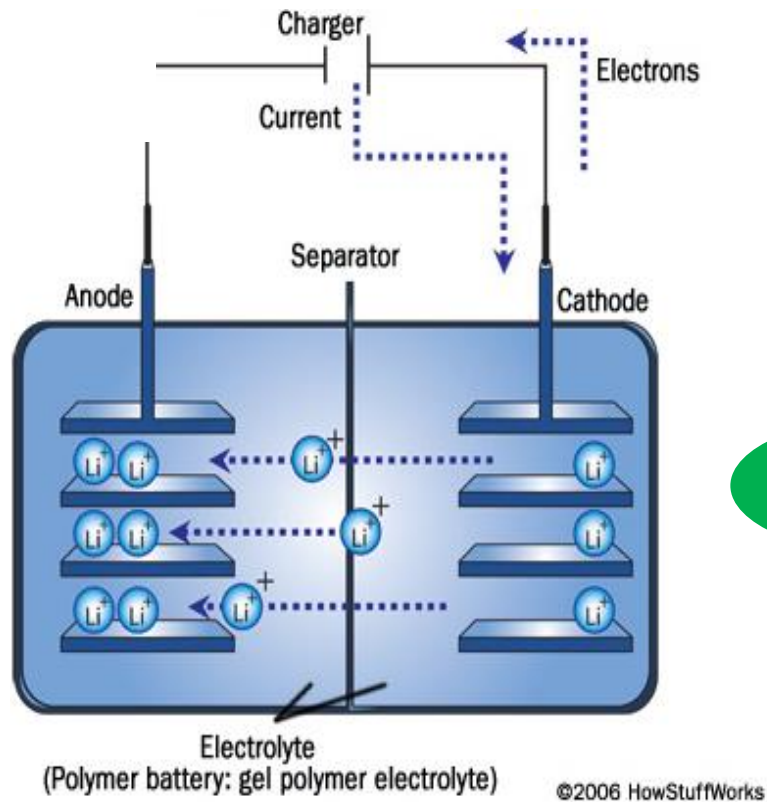
Sekundární = nabíjecí

Pokročilá chemie cely
Vyšší náročnost výrobních procesů
Různé zaměření/cíle (životnost, výkon, energie, cena) → Odlišné aplikace – PRIO 1 – E-MOBILITA



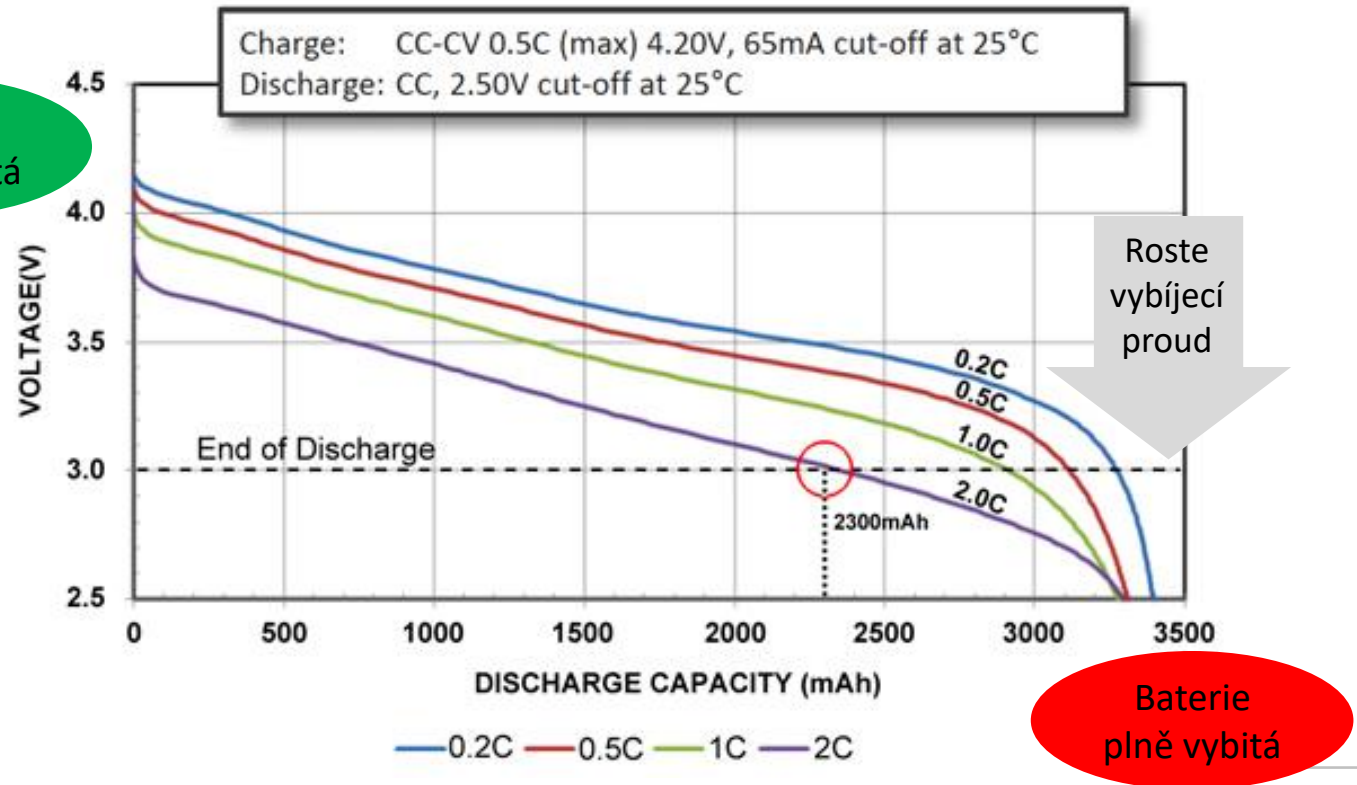
První Li-ion materiály @ 1970's – Goodenough, Whittingham, Yoshino, Armand, etc.
První Li-Ion cely @ 1980's – Sony

Od principu k elektrochemii.



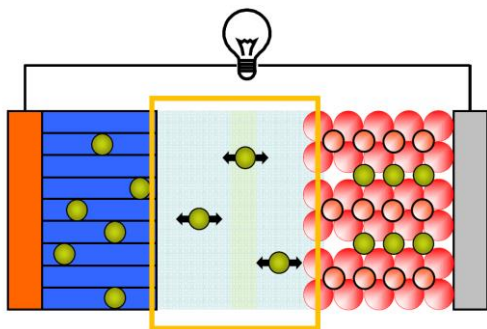
- Interkalace a de-interkalace Li^+ iontů do vrstevnatých struktur.
- Alternativní mechanismus: **tvorba slitiny** lithia s kovem (metalloid).
- Důležité: žádná změna oxidačního čísla Li^+ kationtu během procesů.

Baterie plně nabitá

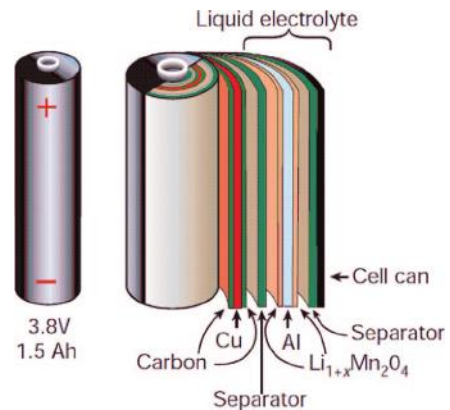


Design cely.

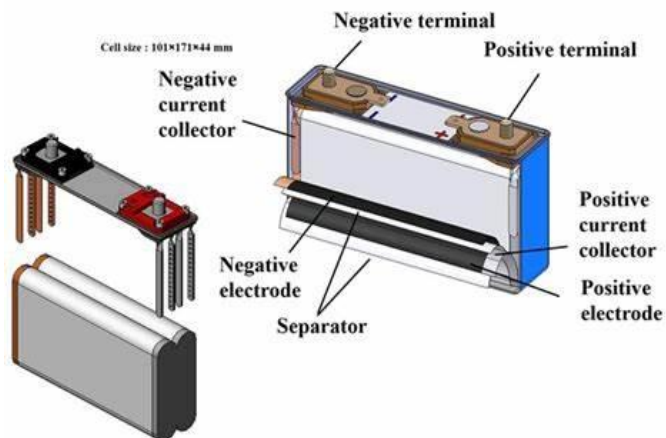
Schéma cely



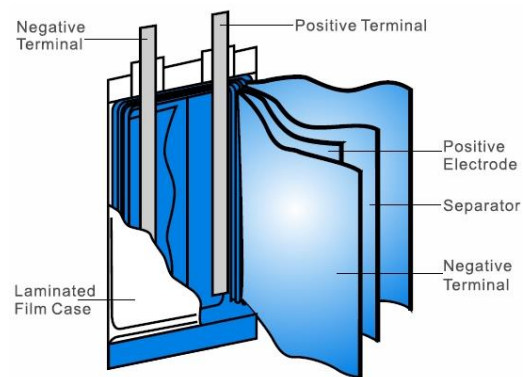
3-5 Ah cylindrické cely (Panasonic ⇒ Tesla)



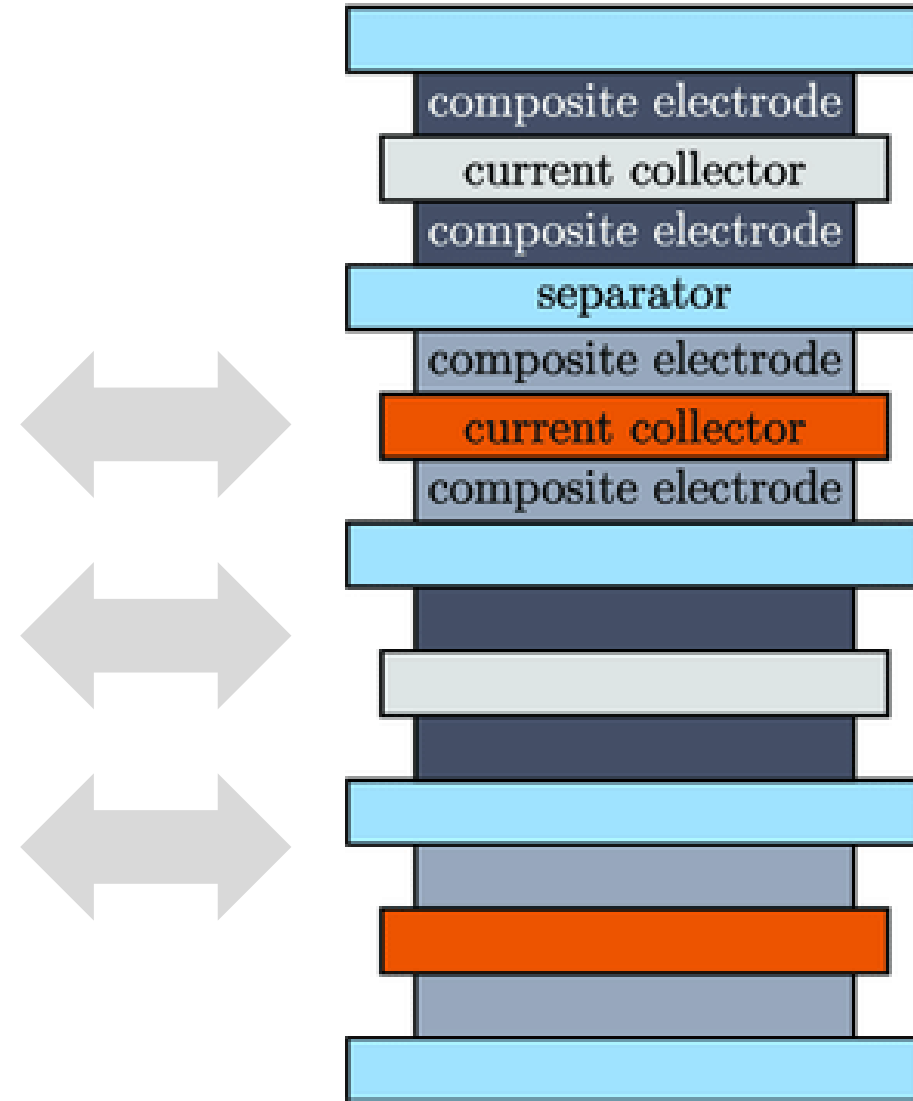
30-120 Ah prismatické cely (Samsung, CATL, Gotion ⇒ BMW, VW)



1-100 Ah pouch cely (LG ⇒ Ford, Chevrolet, Volvo)



Mille Feuille vs. Li-ion.

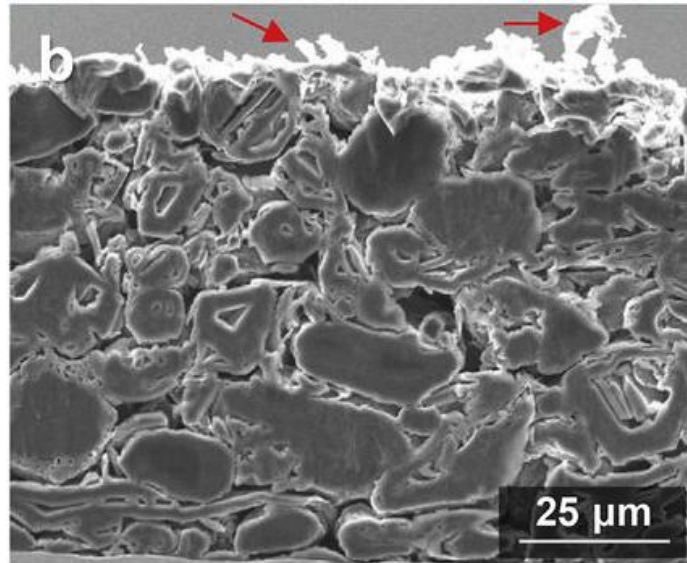


Co najdeme v baterii? Anoda.

Grafit / křemík

Pojivo

Saze

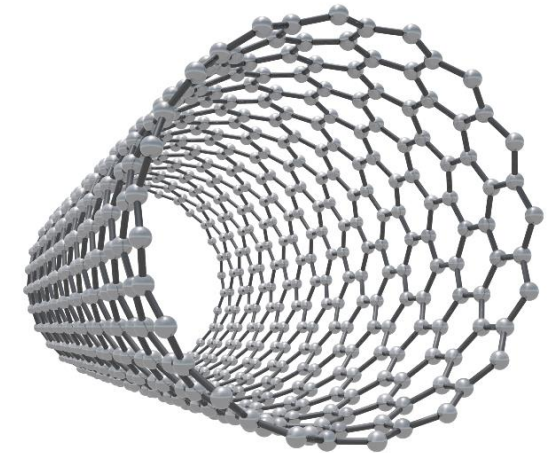
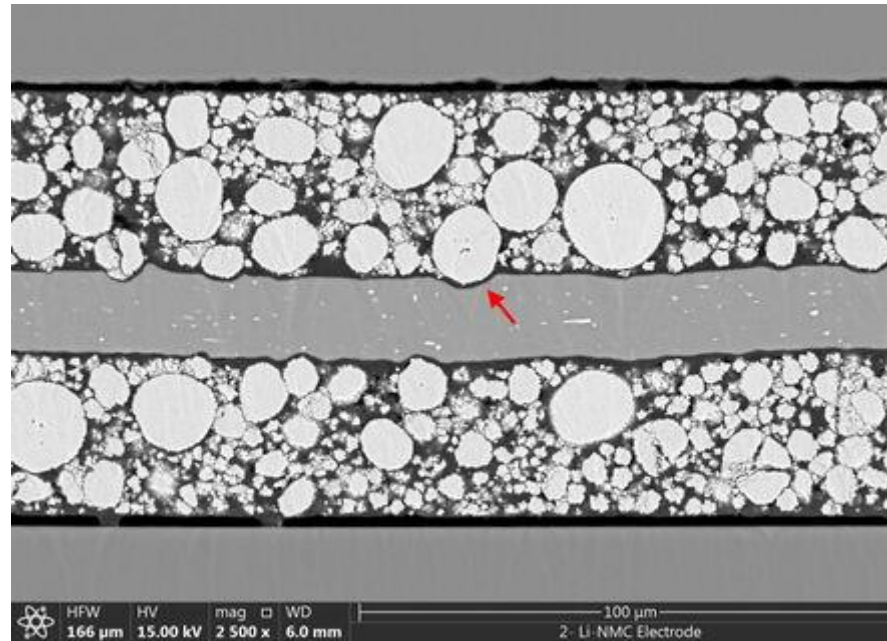
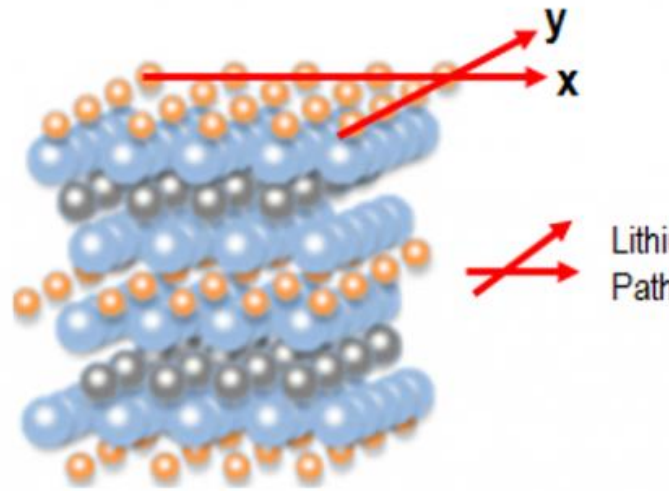


Co najdeme v baterii? Katoda.

LiCoO_2
 $\text{LiNi}_x\text{Mn}_y\text{Co}_z\text{O}_2$
 LiFePO_4

Pojivo

Saze & CNT



Co najdeme v baterii? Elektrolyt a separátor.



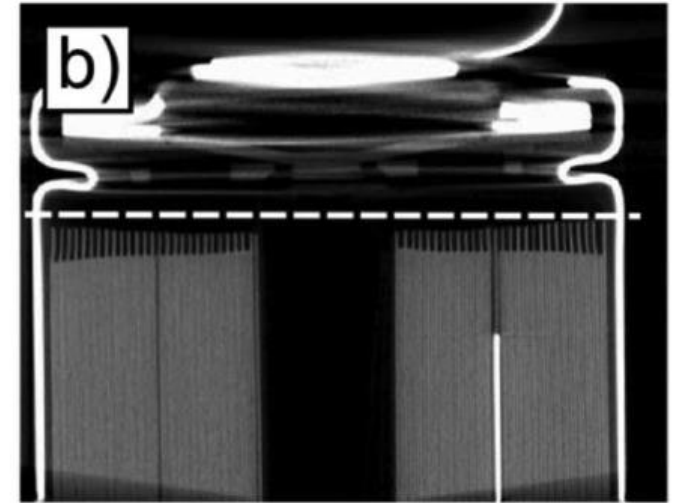
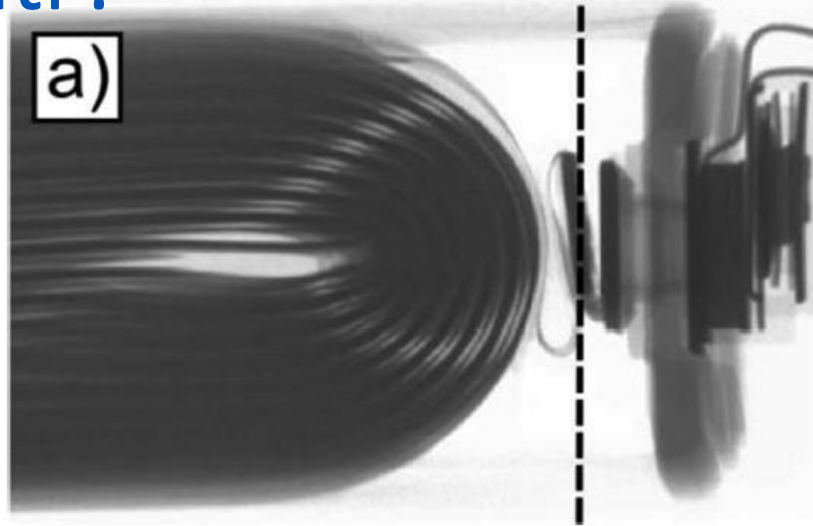
ELEKTROLYT

Rozpouštědla
Lithná sůl
„Kouzelná“ aditiva

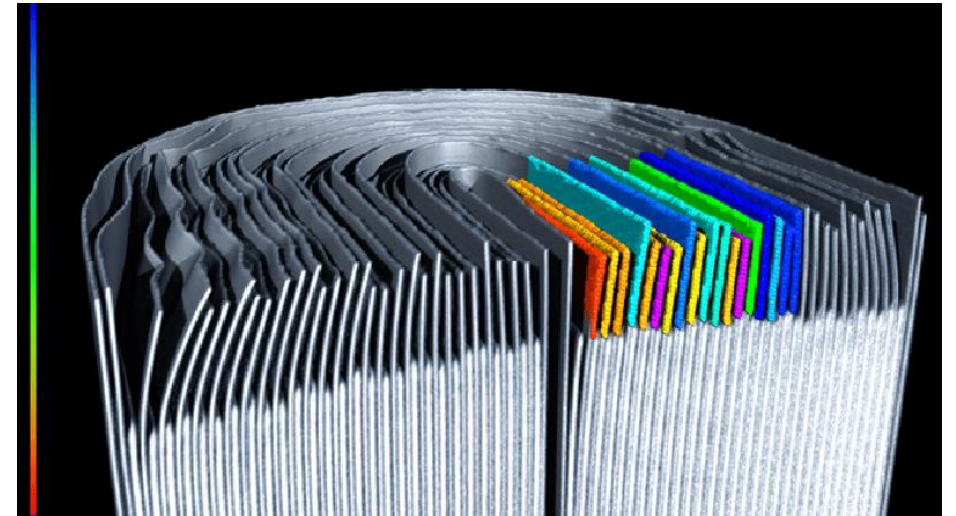
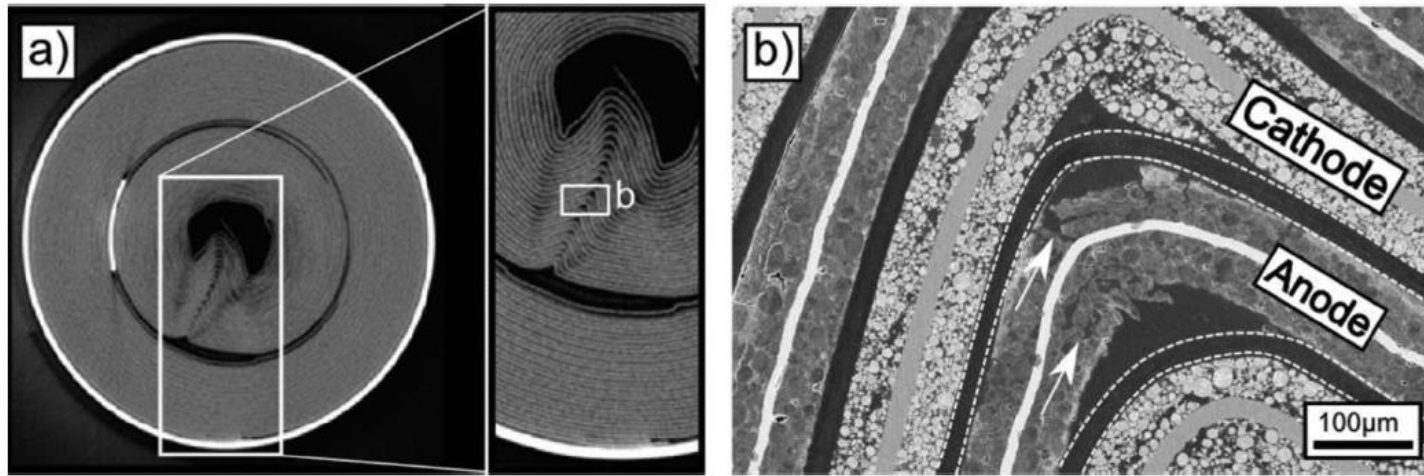
SEPARÁTOR

Polymerní fólie

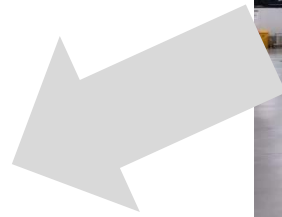
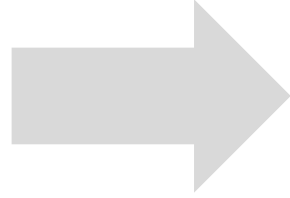
Jak vypadá cela uvnitř?



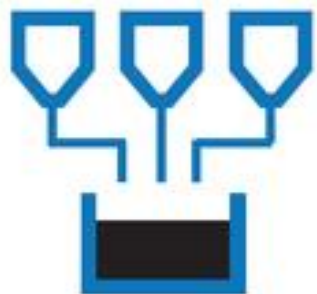
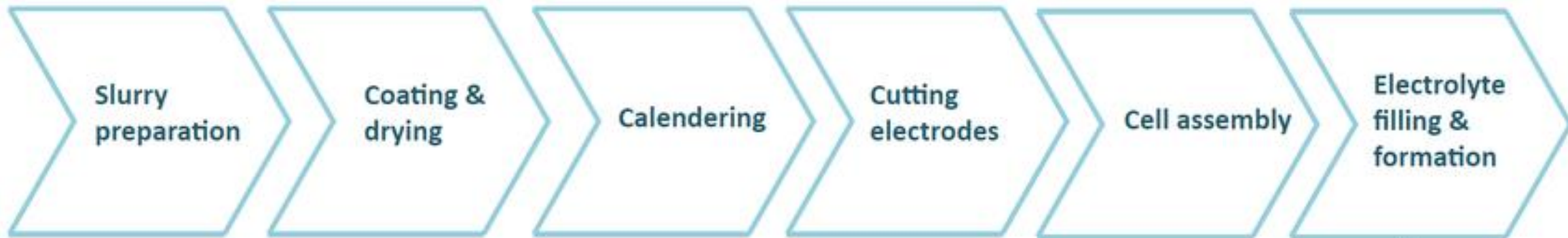
Rentgenová tomografie (X-CT)



Jak vyrobit Li-ion baterii? A jak jich vyrobit miliony?



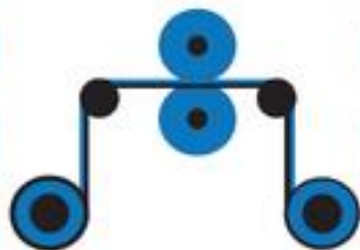
Výrobní proces.



Active material, binder and conductive agent are mixed together in specific mass ratios.



By a tape casting procedure the electrode slurry is coated on the current collectors.



During calendaring the porous electrodes are compressed by driving them through two massive cylindrical.



The electrodes are cut or punched into strips of a desired shape.



The electrodes are wounded or stacked together with the separator.



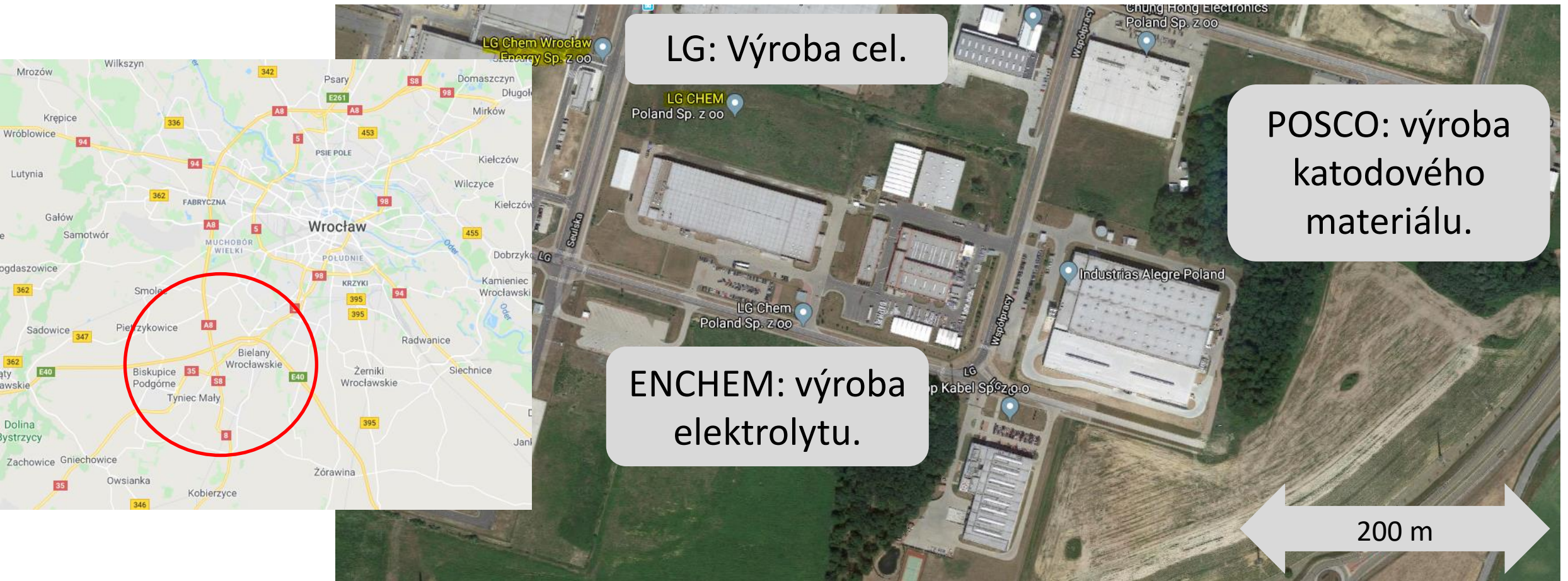
Electrolyte is injected: it is important that the electrolyte fully permeates and fills the pores

3-5 dní

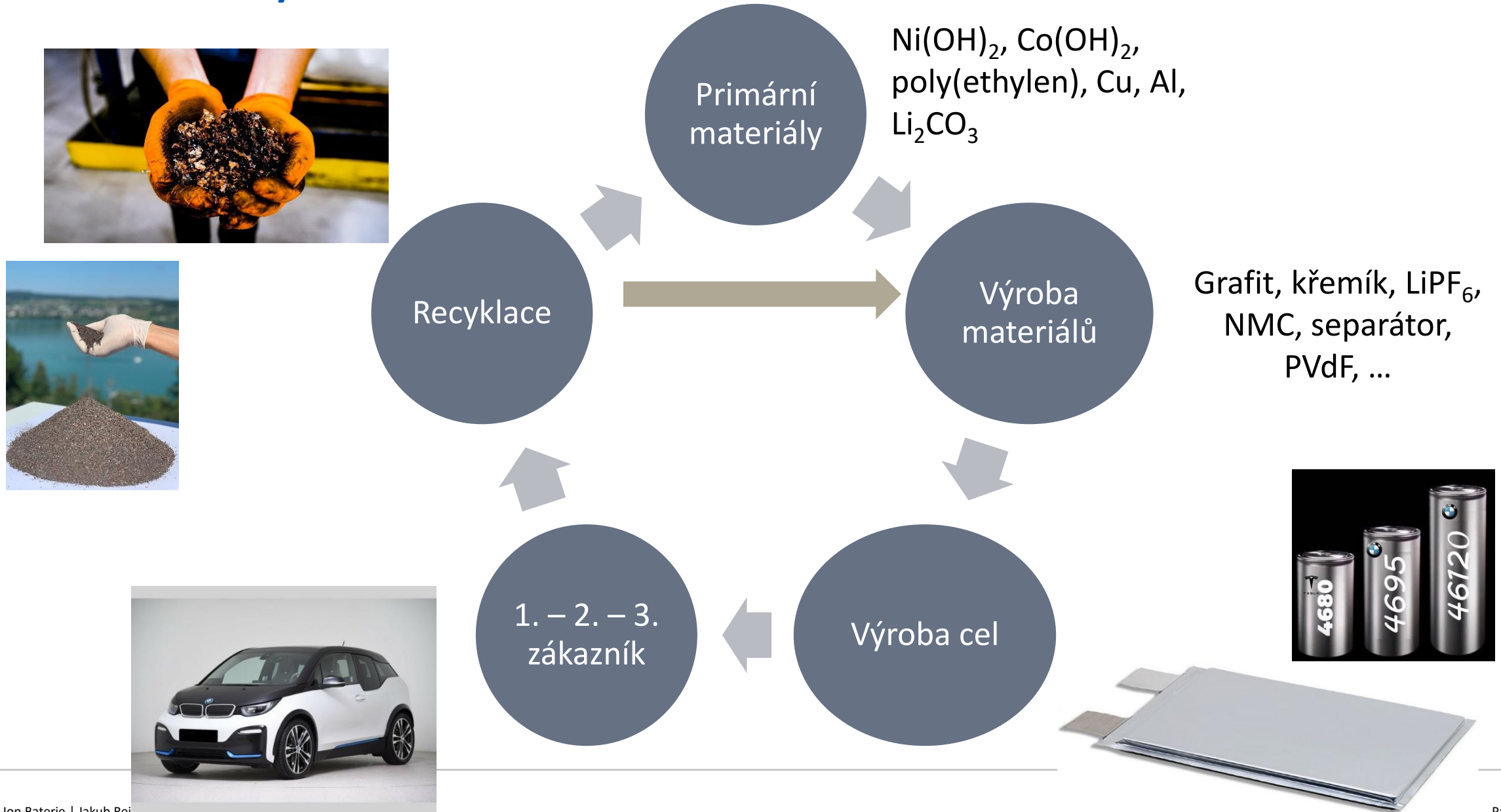
7-14 dní

Výroba materiálů a cel pohromadě.

Čas jsou peníze: doprava, ukládání, zálohy...

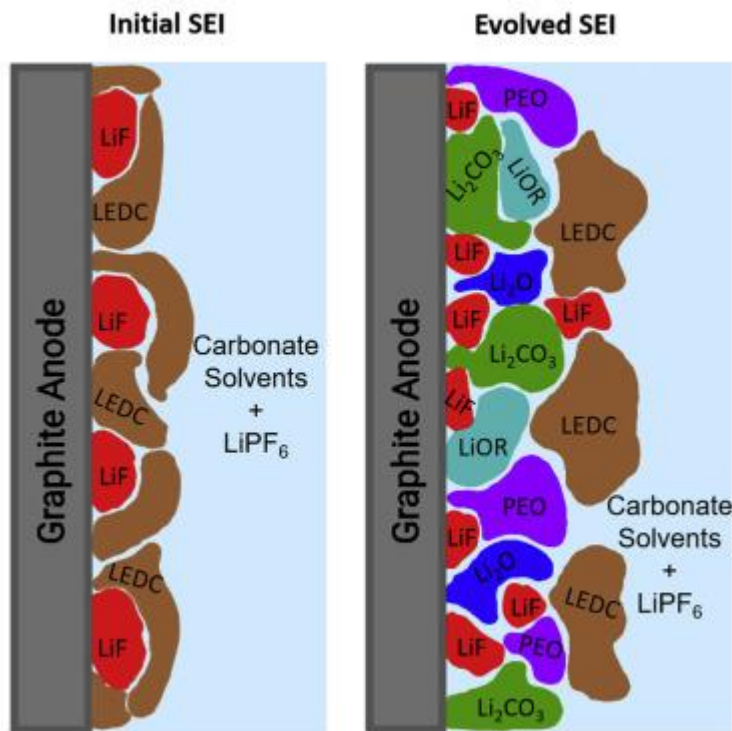


Jak uzavřít cyklus?



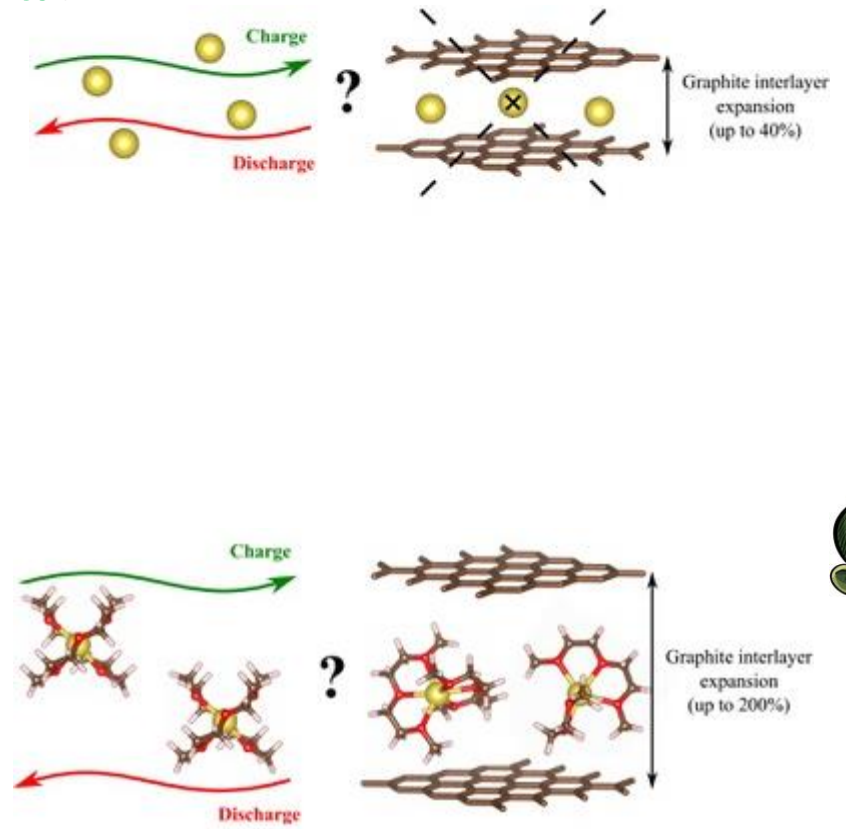
Stále je co zkoumat I. Šance pro vědce.

Solid electrolyte interface (SEI) chrání elektrolyt! Díky „kouzelným aditivům“ můžeme použít **grafit a křemík** v bateriích → vyšší energetická hustota → **vyšší dojezd auta**.



Dobrá SEI

Špatná SEI



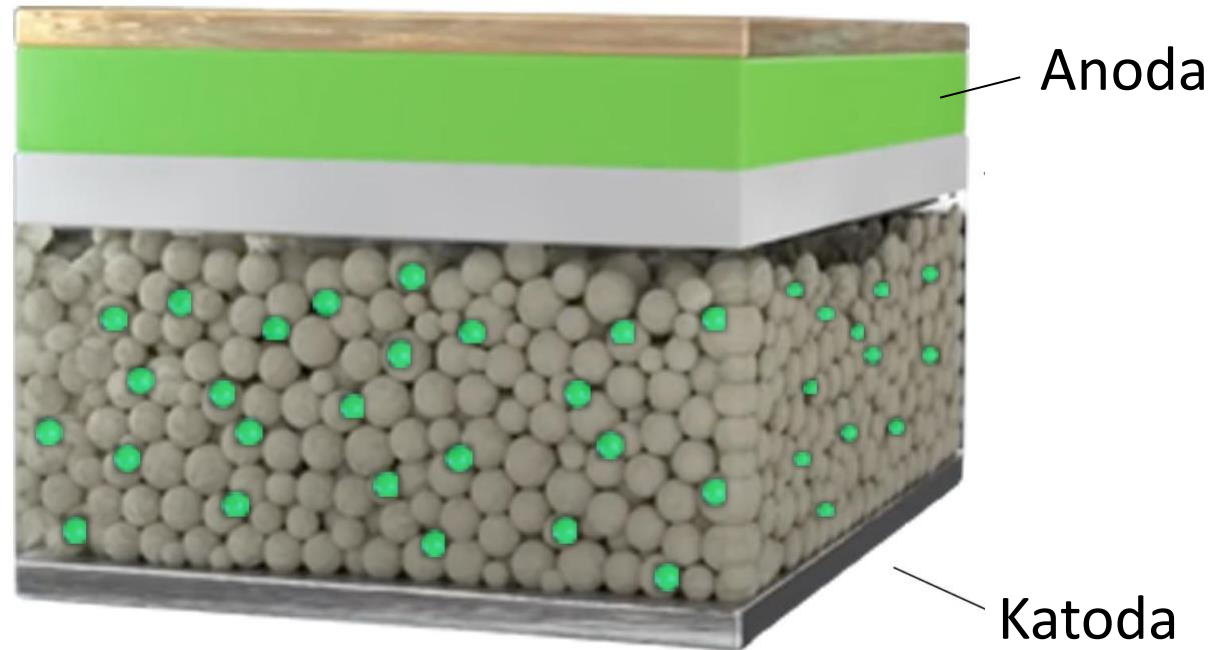
Stále je co zkoumat II. „suchá / pevná“ baterie.

Místo kapalného elektrolytu použijeme pevný nebo „polopevný“:

- 😊 Vyšší bezpečnost.
- 😊 Vyšší energetická hustota.

☹ Slabší výkon.

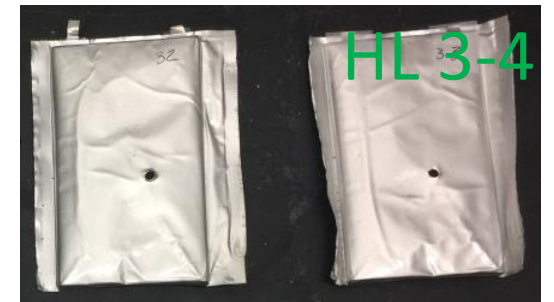
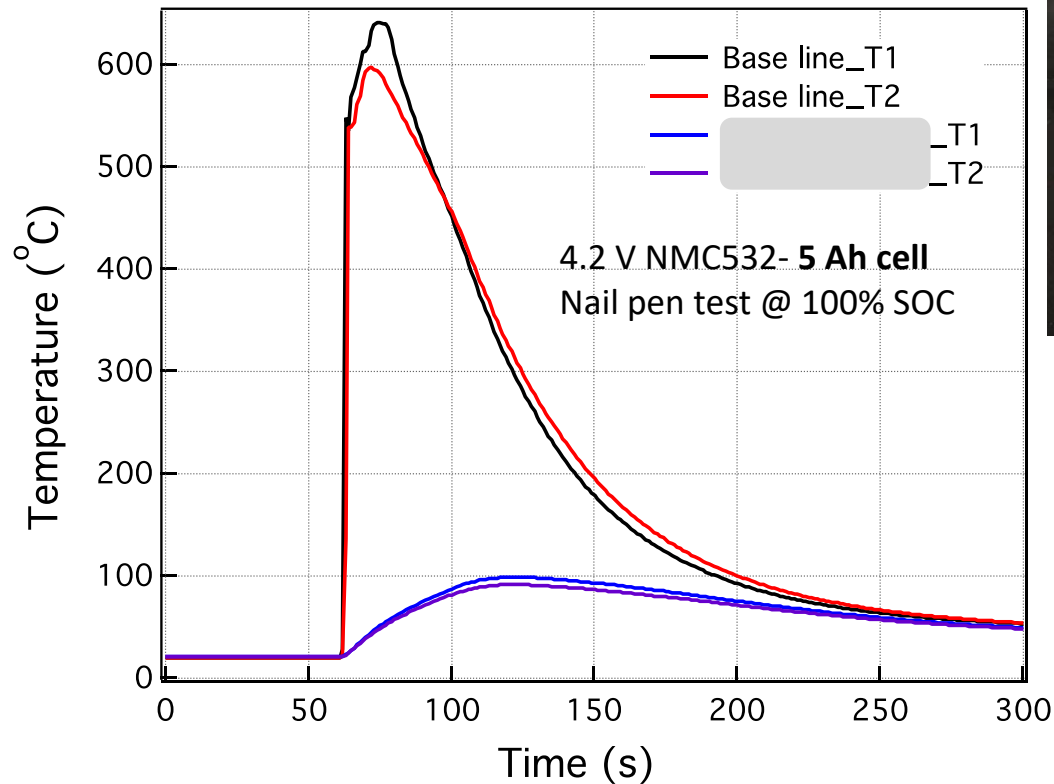
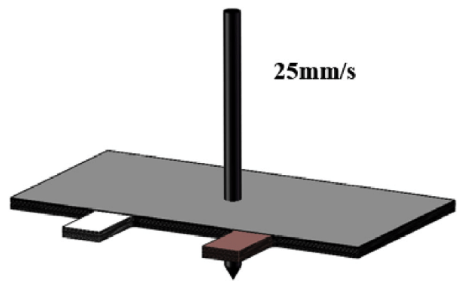
? Funkčnost pod 0°C.



Bezpečnost cely: stále aktuální téma.

Penetrační test: kovový hrot pronikne celou částečně nebo skrz → vnitřní zkrat → zvyšování teploty cely → zahoření.

Příklad zvýšení bezpečnosti cely: modifikace elektrolytu → výrazně vyšší úroveň bezpečnosti cely.



2v1: nail pen test vs. srovnávání 2 různých cel.



Baterie v praxi.

Nenechávejte telefon plně nabitý přes noc na nabíječce.



Nevystavujte telefon a notebook vysokým teplotám (nad 45°C).



Inobat.

ZALOŽEN: 2019

CÍL: VYVÍJET A VYRÁBĚT LI-ION BATERIE PRO E-MOBILITU.

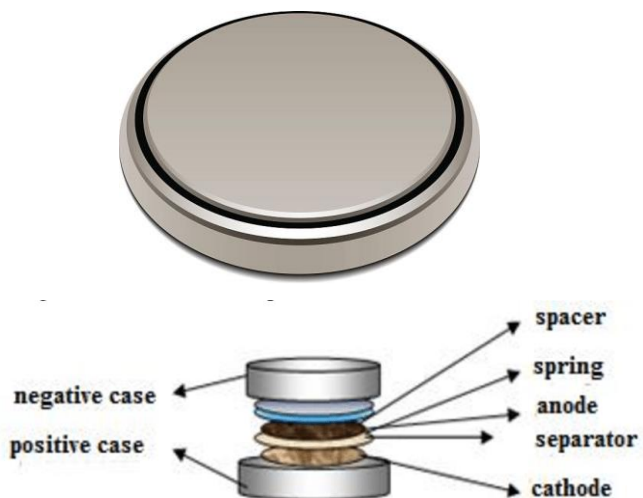


Jak testujeme a vyvíjíme novou chemii?

Fáze 1

R&D cely (8 mAh)

$\approx 10^3$ kombinací



Fáze 2

SLP cely (≈ 50 mAh)

$\approx 10^1$ - 10^2 kombinací



Fáze 3

MLP cely (1 Ah)

TOP 3 kombinace



Inobat dnes.

150 pracovníků ✓

Výrobní linka funguje ✓

Spolupráce s Gotion ✓

Volta 2 SOP 2027



Moc Vám všem děkuji za pozvání do Brna a za Vaši pozornost!



Na viděnou v Inobatu!