VESINIKUPÄEV 2023

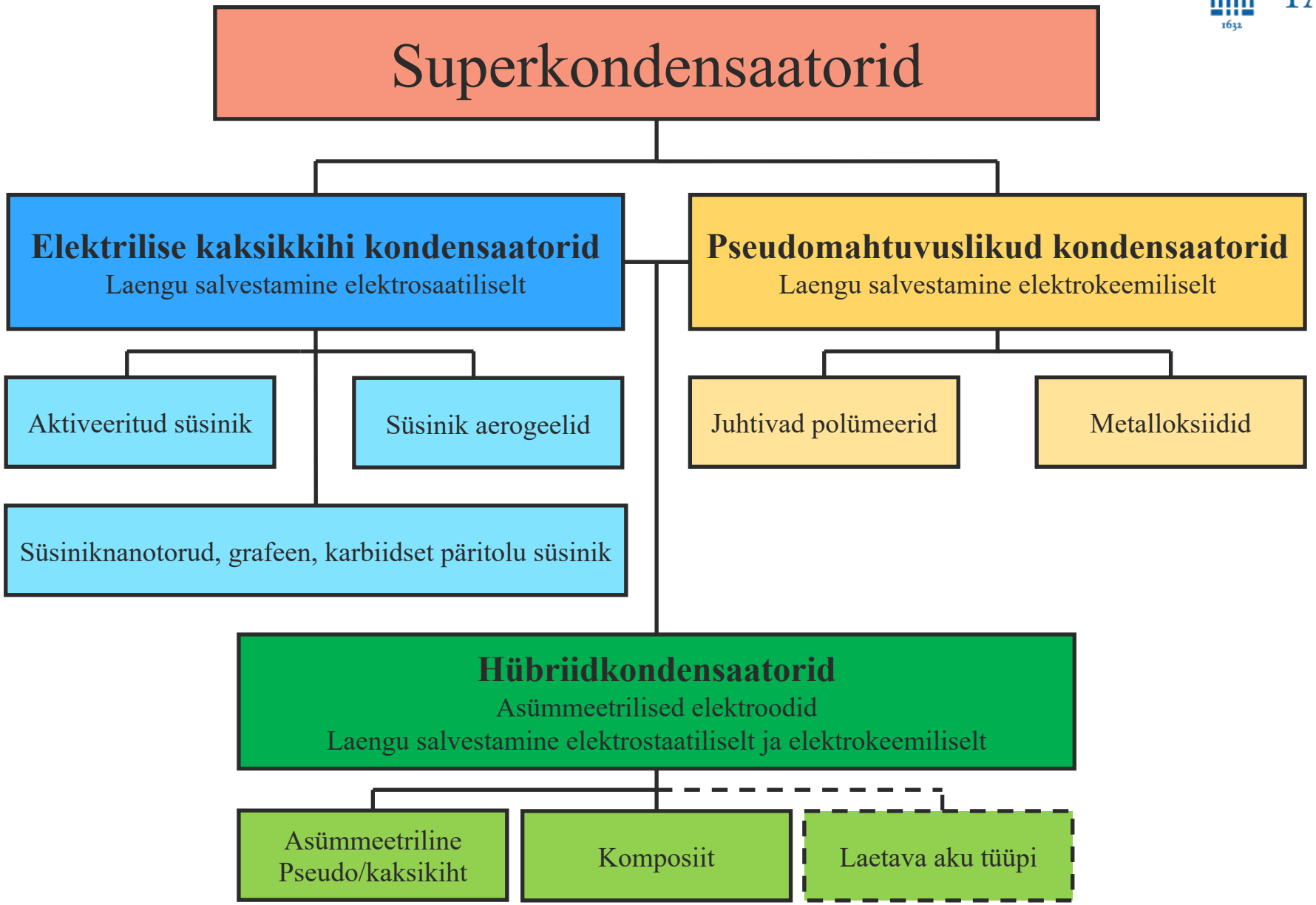
TARTU ÜLIKOOL
keemia instituut

Kas patareide ja superkondensaatorite energiatihedust on võimalik suurendada?

Alar Jänes

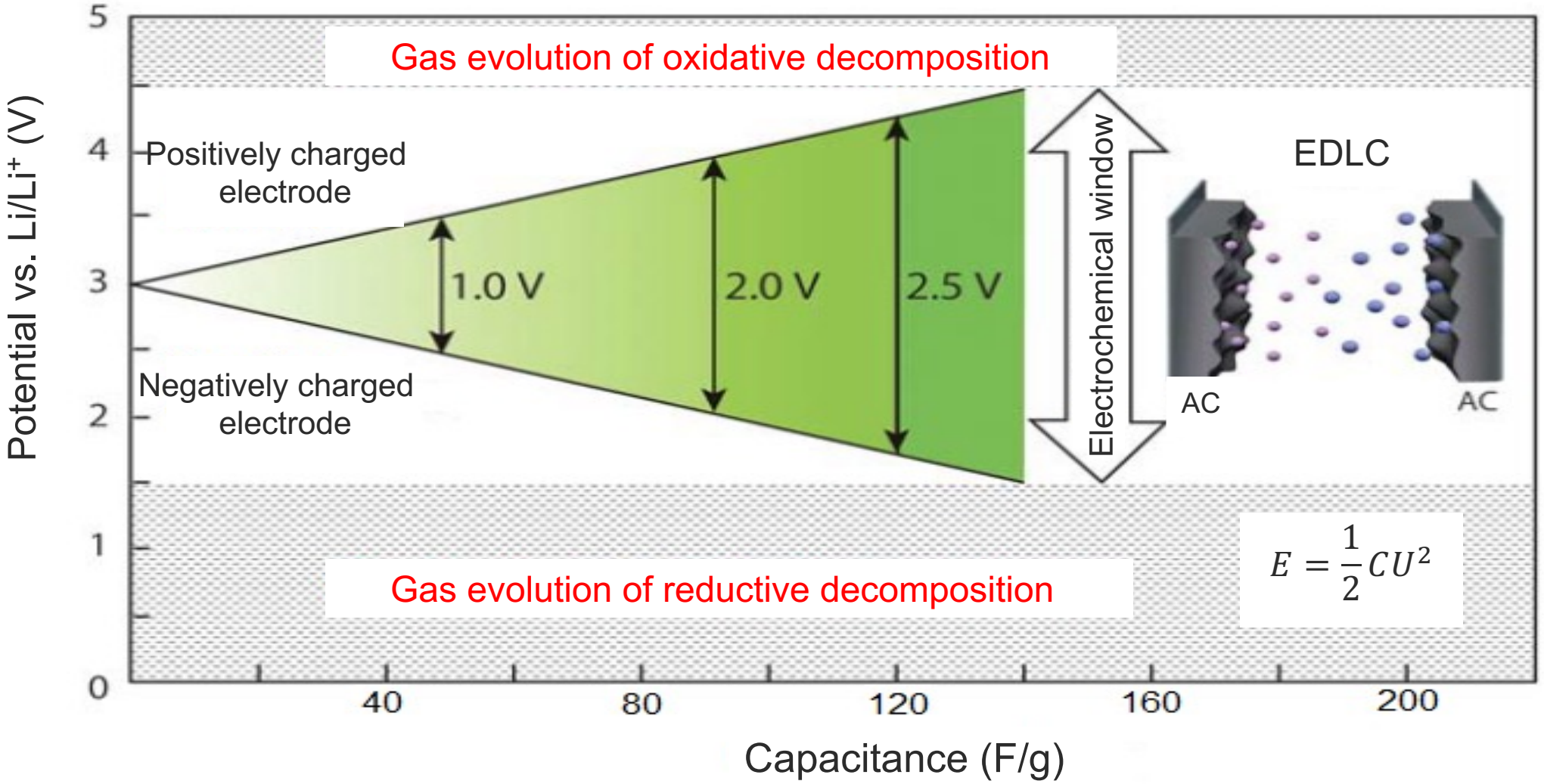
TARTU ÜLIKOOL
1632

Superkondensaator 108 kWh / 60 km


Superkondensaatorid
Elektrilise kaksikkihi kondensaatorid
Laengu salvestamine elektrosaatiliselt
Pseudomahtuvuslikud kondensaatorid
Laengu salvestamine elektrokeemiliselt
Aktiveeritud süsinik
Süsinik aerogeelid
Juhtivad polümeerid
Metalloksiidid
Süsiniknanotorud, grafeen, karbiidset päritolu süsinik
Hübriidkondensaatorid
Asümmeetrilised elektroodid
Laengu salvestamine elektrostaatiliselt ja elektrokeemiliselt
Asümmeetriline
Pseudo/kaksikiht
Komposiit
Laetava aku tüüpi

Energia salvestamine superkondensaatorites

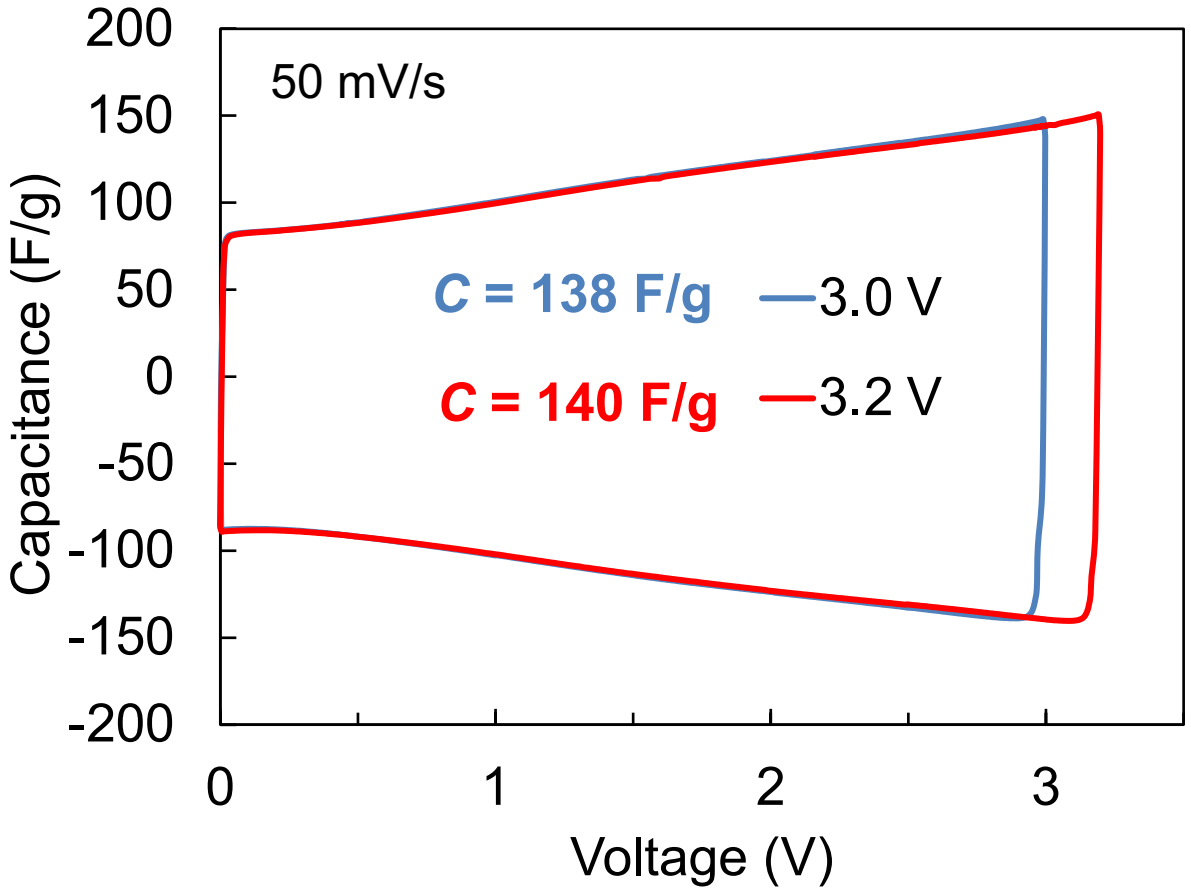
TARTU ÜLIKOOL

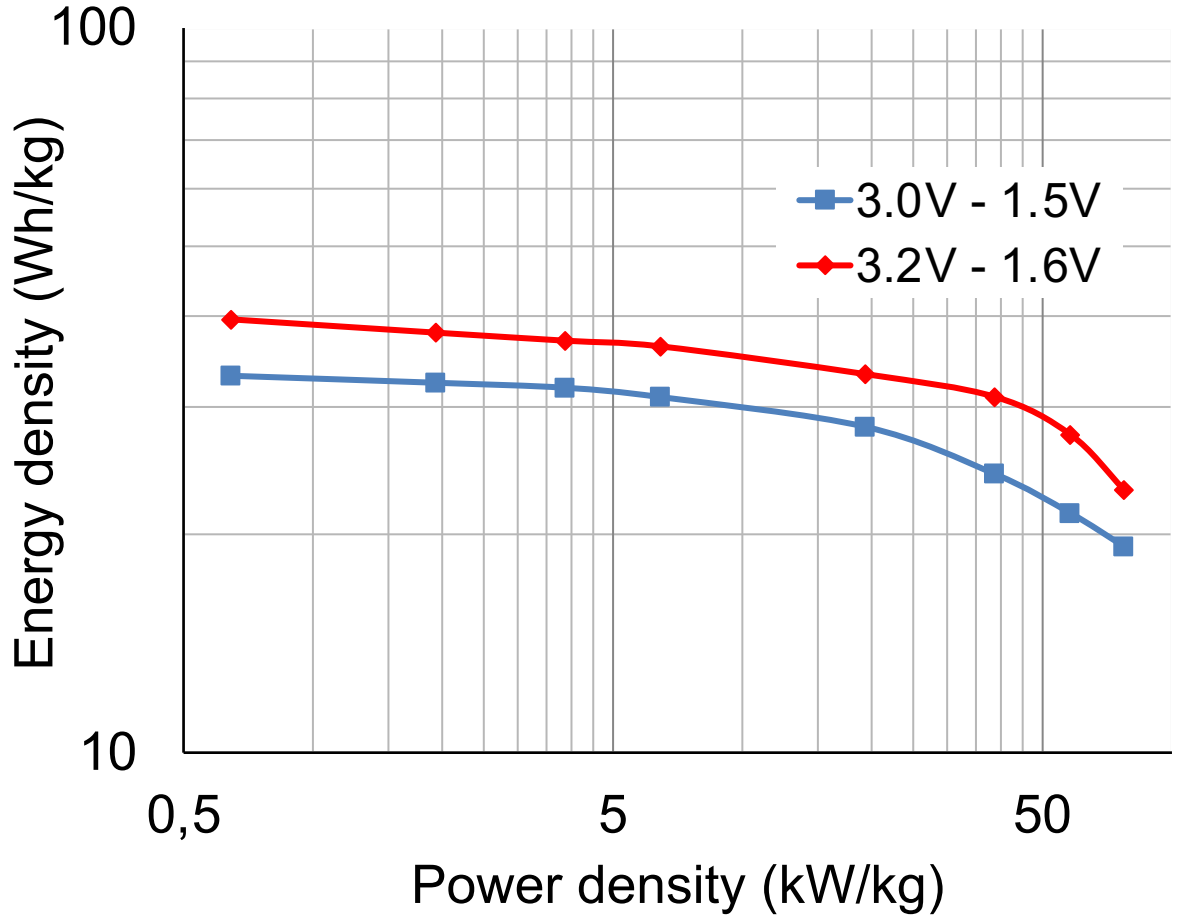


Kas mahtuvus või energia- ja võimsustihedus?

Elektrolüüt: $(C_2H_5)CH_3NBF_4$/AN
SgTiC-CDC

TARTU ÜLIKOOL

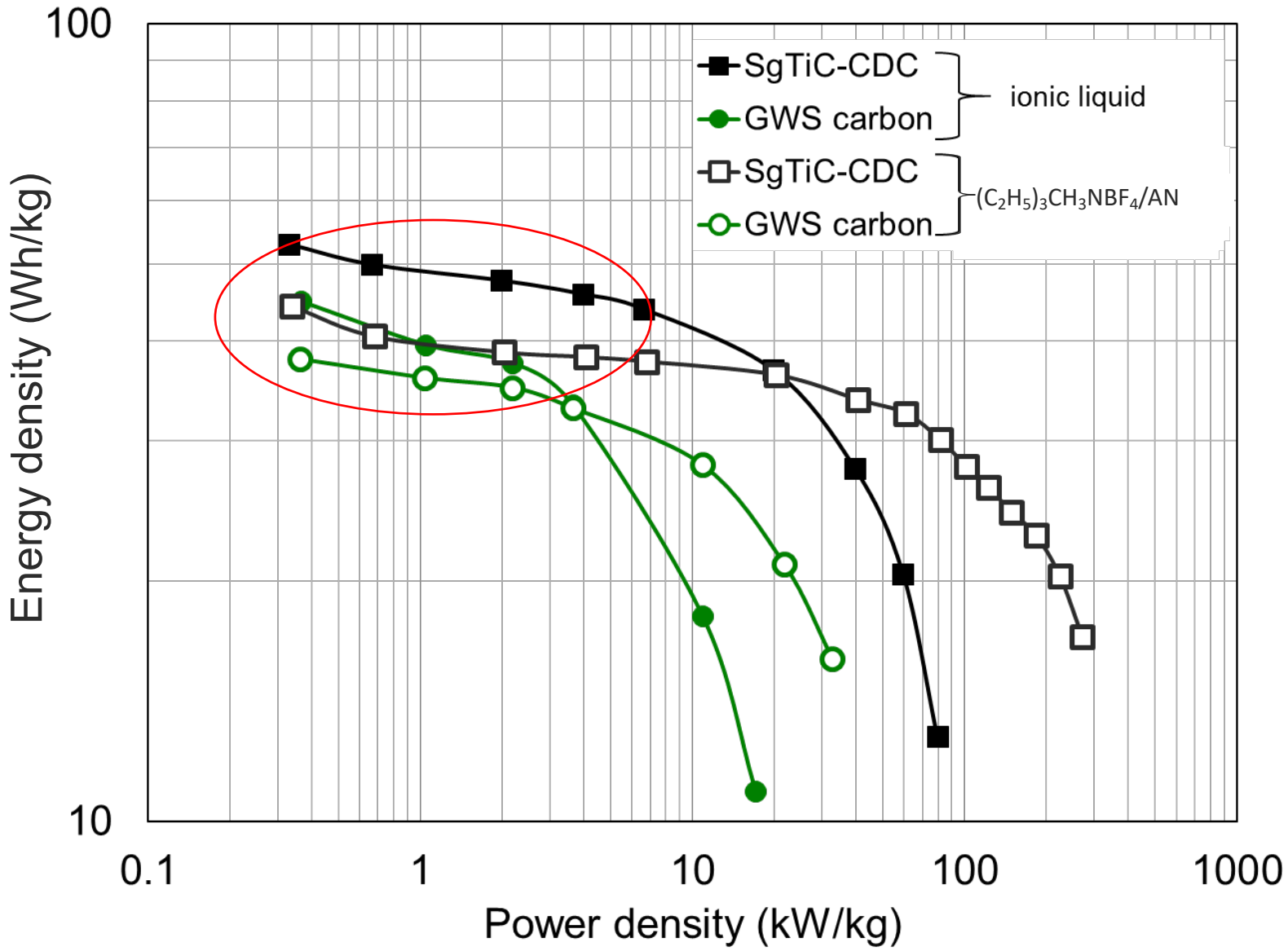




M. Pohl et al, Chemical Engineering Journal, 320 (2017) 576

Elektrolüüdi mõju energiatihedusele

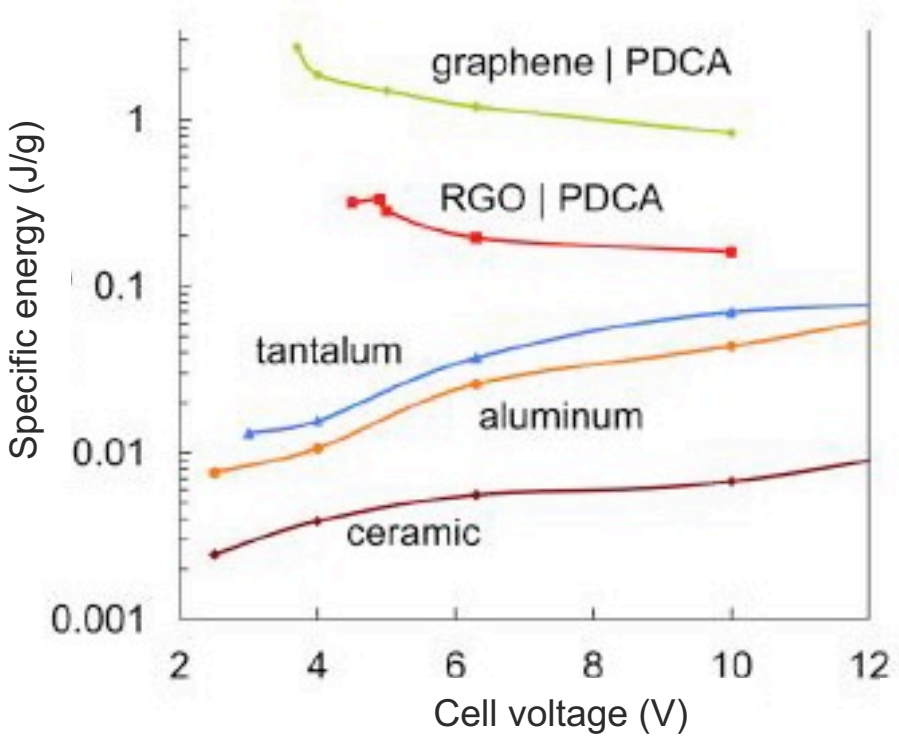
TARTU ÜLIKOOL

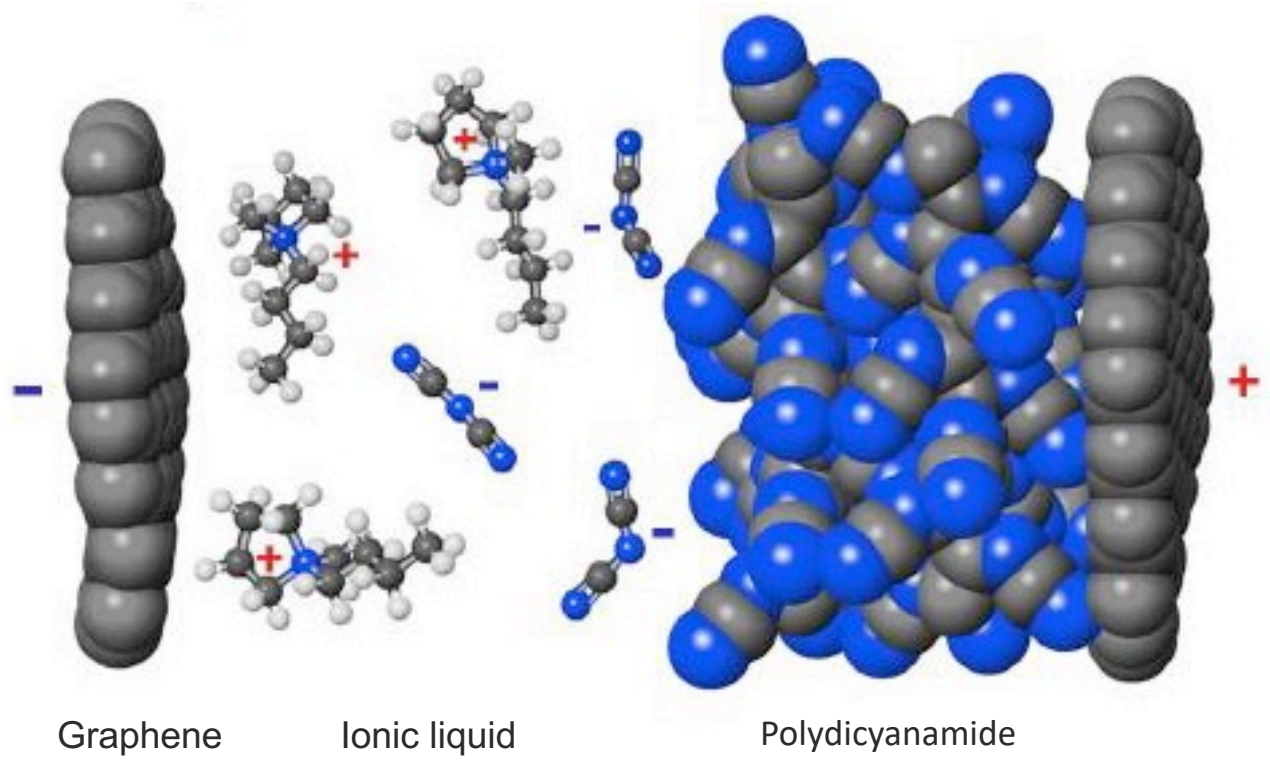


M. Pohl et al., Journal of Power Sources, 402 (2018) 53
M. Härmas et al., Journal of The Electrochemical Society, 164 (2017) A1866

Kõrge pingega superkondensaator

TARTU ÜLIKOOL

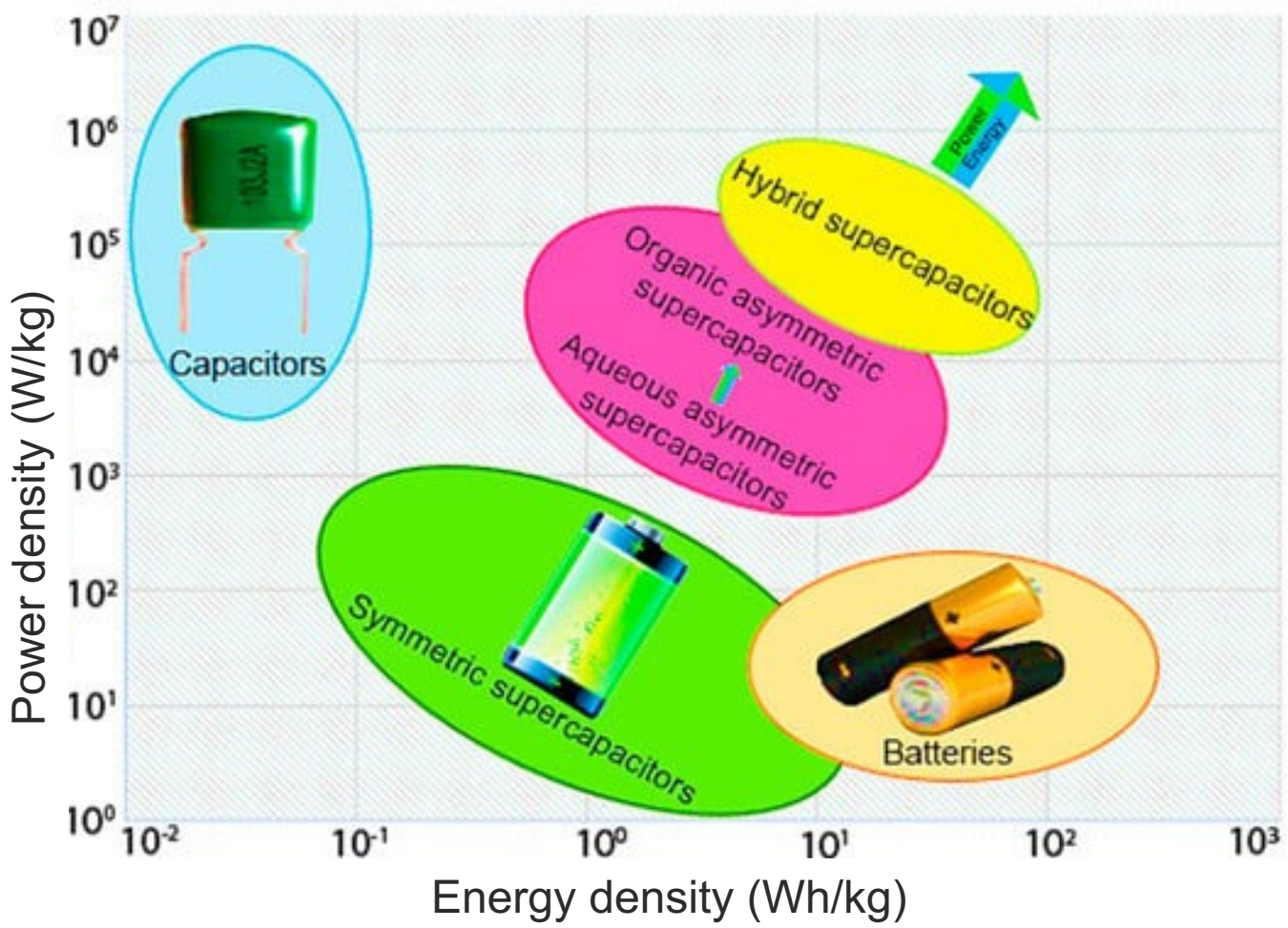


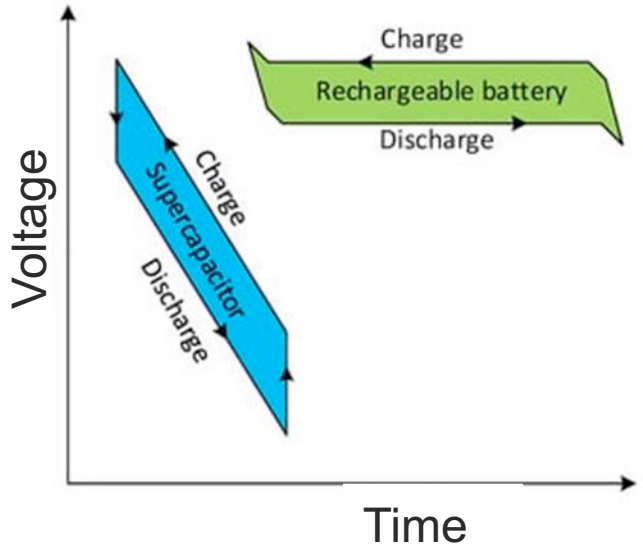


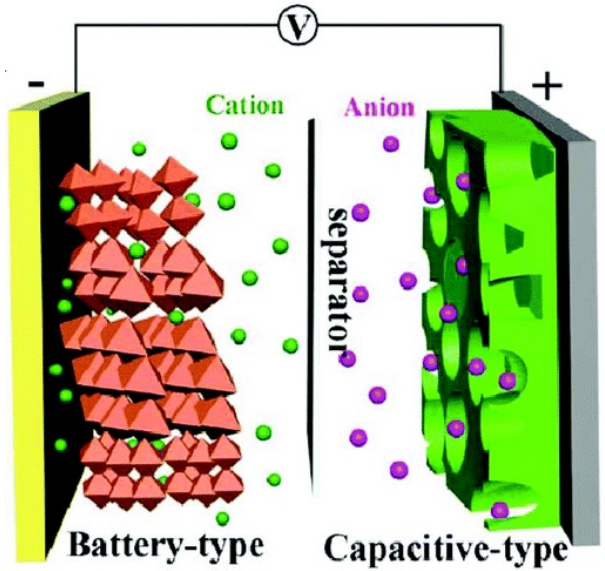
T. Romann et al., Method of forming a dielectric through electrodeposition on an electrode for a capacitor, WO2016050761A1, US10087541B2, GB1417157.3

Energia salvestamine hübriidsetes süsteemides

TARTU ÜLIKOOL





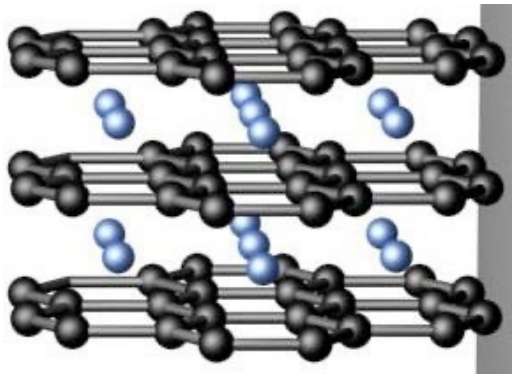


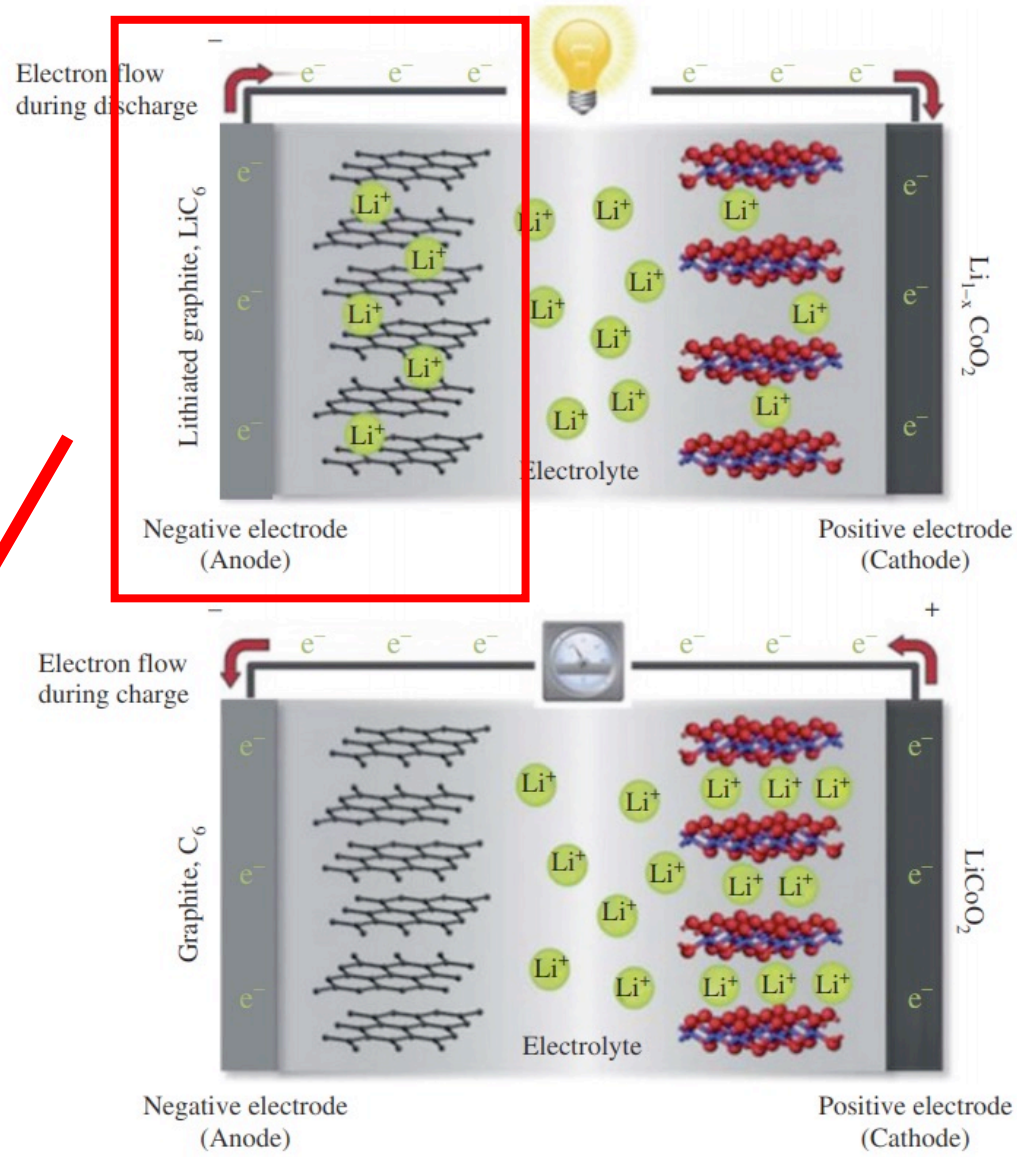
Energia salvestamine Li-ioonakudes

TARTU ÜLIKOOL

Laadimine:

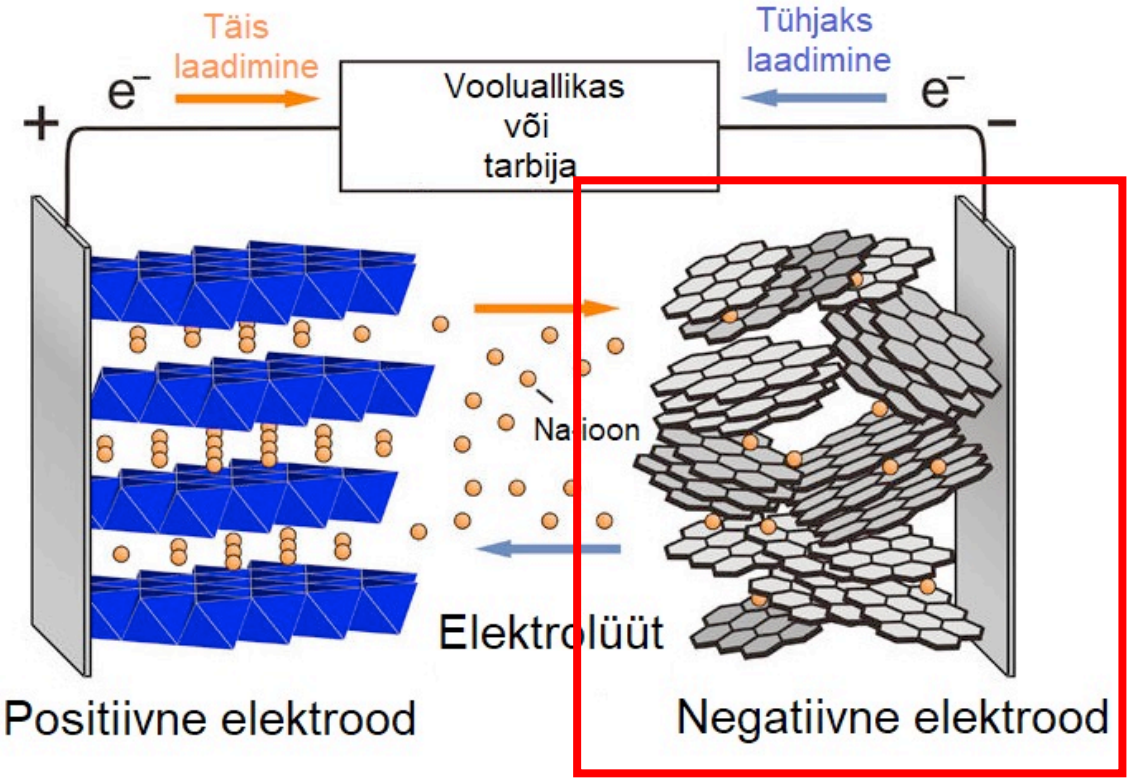
1. $LiCoO_2 = Li^+ + Li_{1-x}CoO_2^-$
   - Reaktsioon, mis ise ei toimu
   - Elektrivoolu abil aga küll
2. $Li^+ + 6C = LiC_6$
   - Tekib Li-ioonide liikumisel $LiCoO_2$ pealt grafiidikihtide vahele

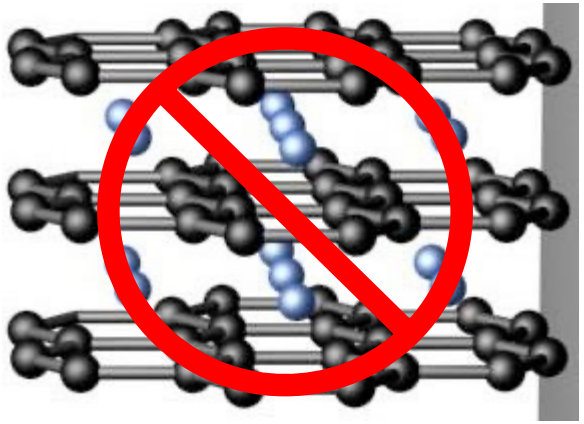


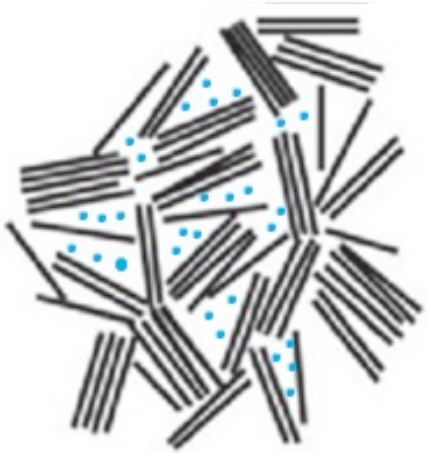


Grafiit ei sobi Na-ioonakudesse

TARTU ÜLIKOOL







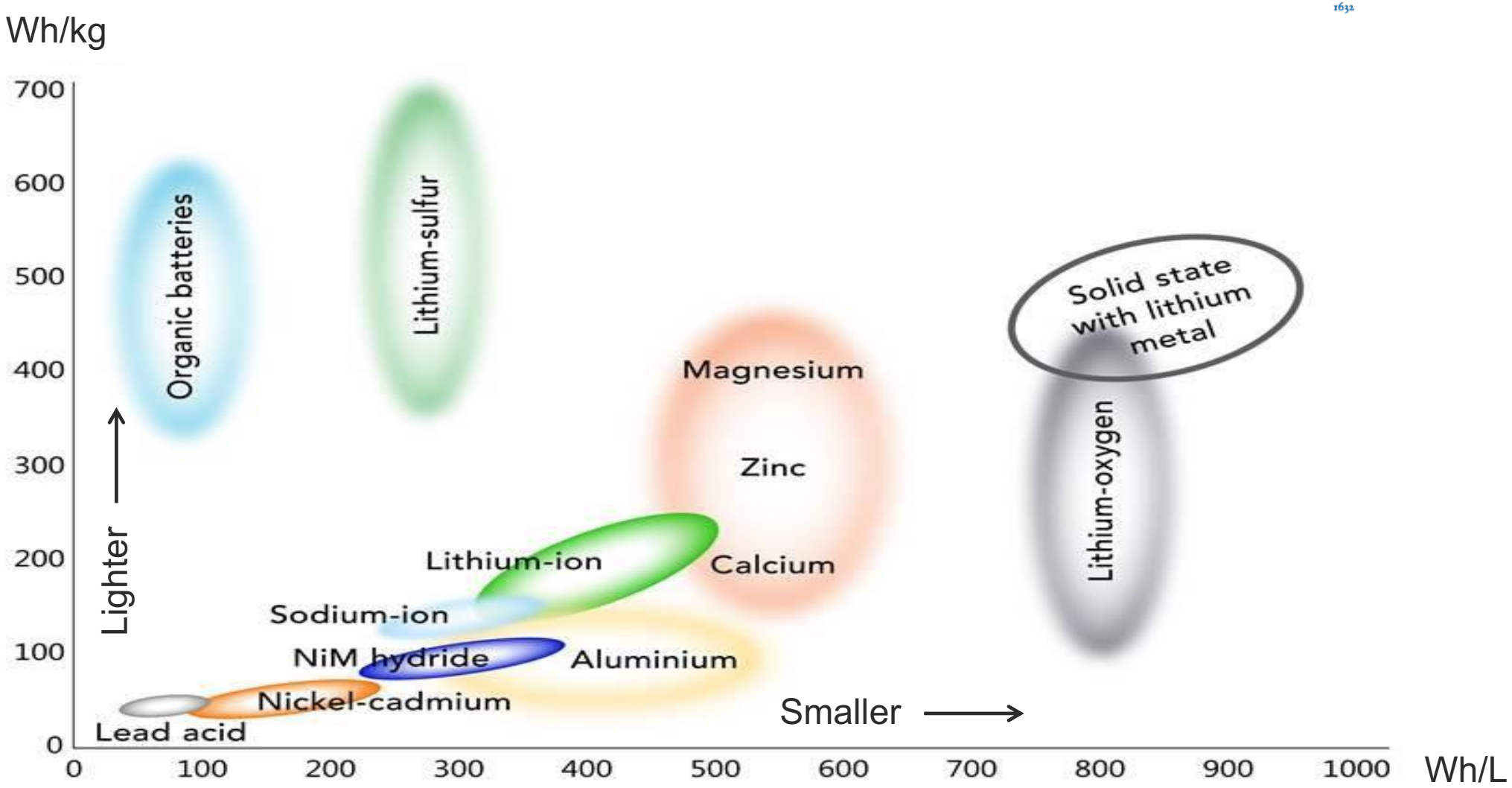
„hard carbon“

Grafiiti salvestamisel: $Li^+ + 6C = LiC_6$

$Na^+ + 64C = NaC_{64}$

Praegused ja tulevased võimalikud akulahendused

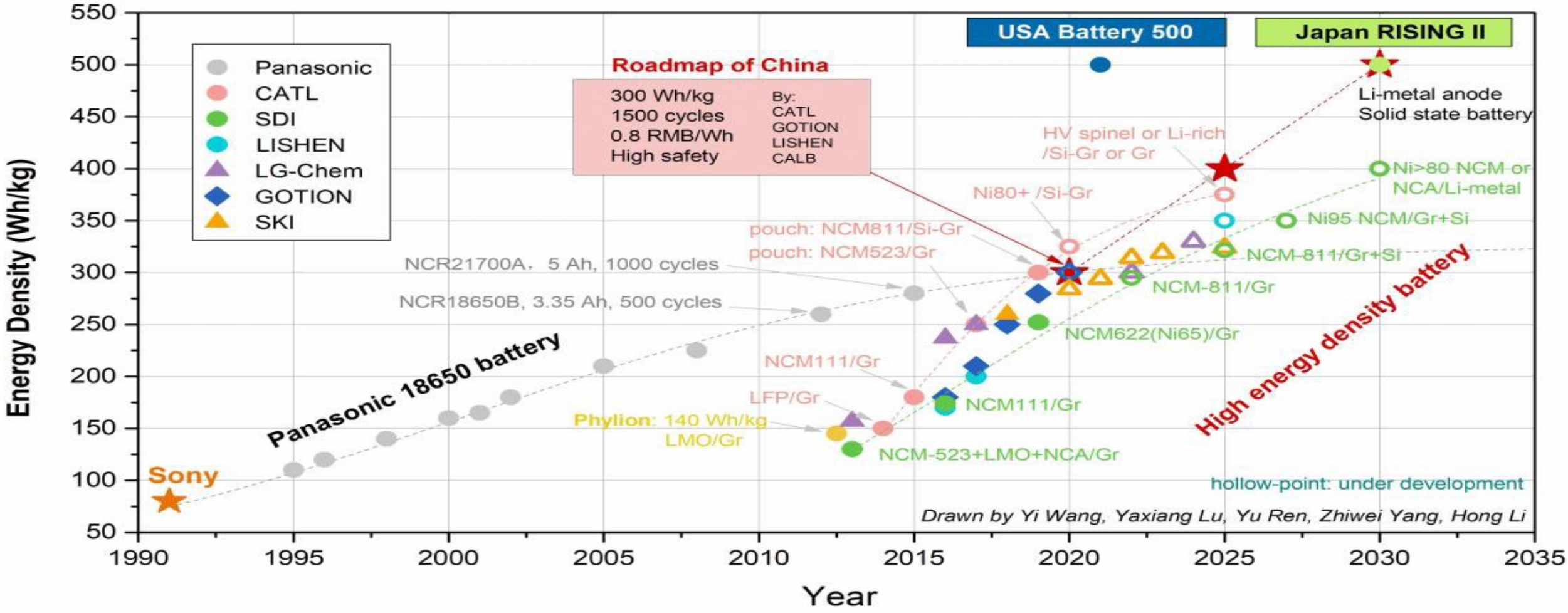
TARTU ÜLIKOOL



Y. Lu et al., Energy Storage Materials, 23 (2019) 144

Li-ioonakude 2030+ teekaart

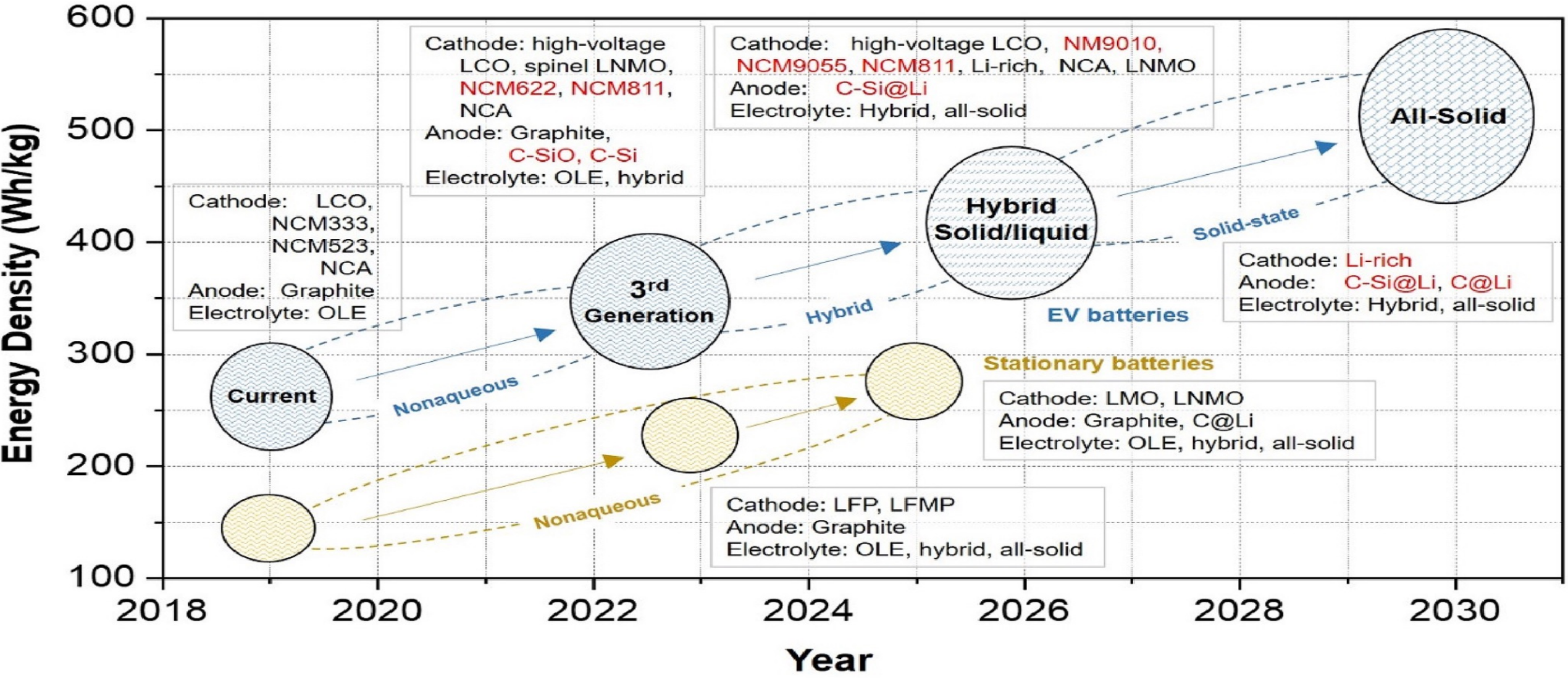
TARTU ÜLIKOOL



Joint Press release Batteries Europe and Battery 2030+ (2023-09-26)

Li-ioonakude arendamine

TARTU ÜLIKOOL



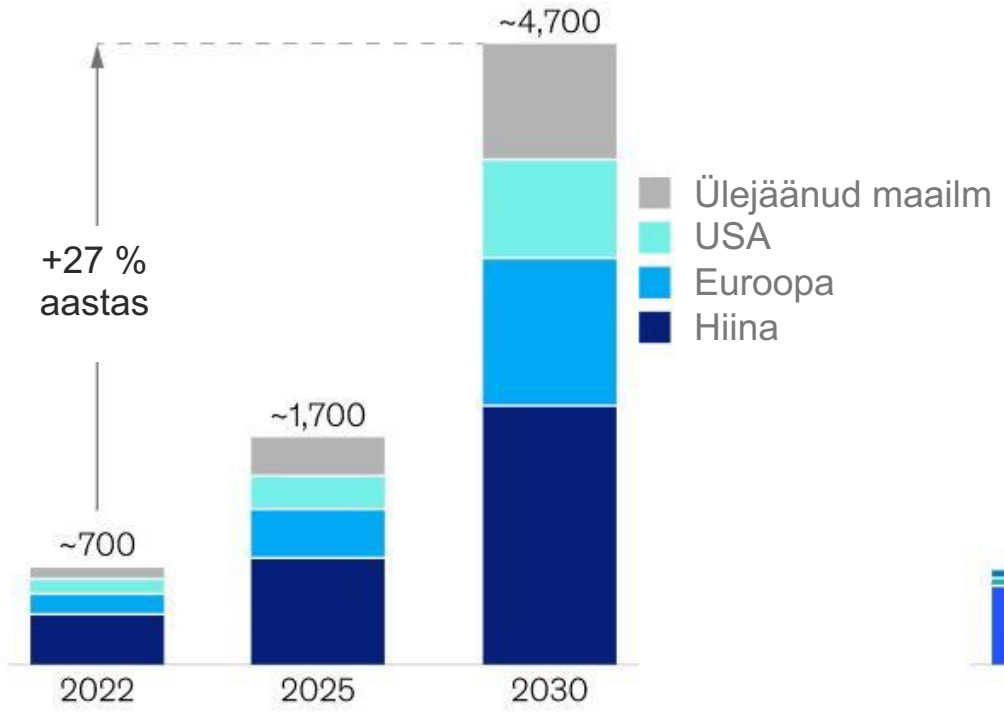
Y. Lu et al., Energy Storage Materials, 23 (2019) 144

Globaalne Li-ioonakude nõudlus

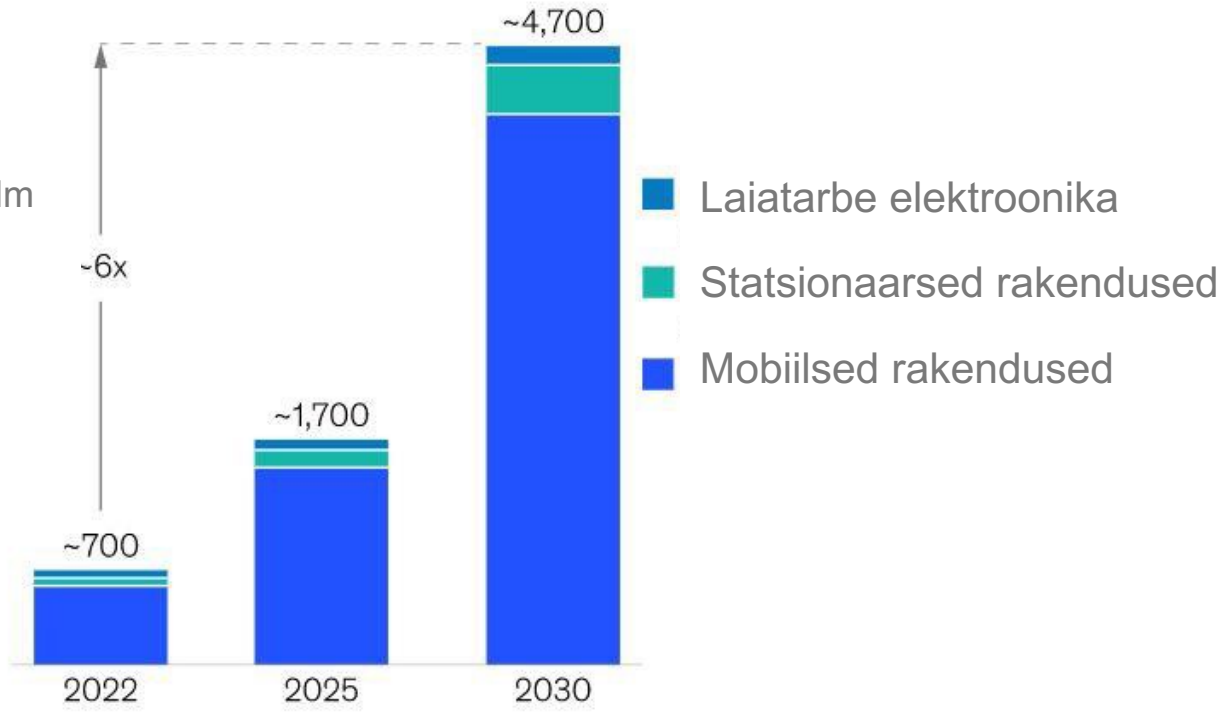
TARTU ÜLIKOOL

Eeldatakse, et Li-ioonakude nõudlus jõuab 2030. aastaks umbes 4700 GWh-ni

Regioonipõhine



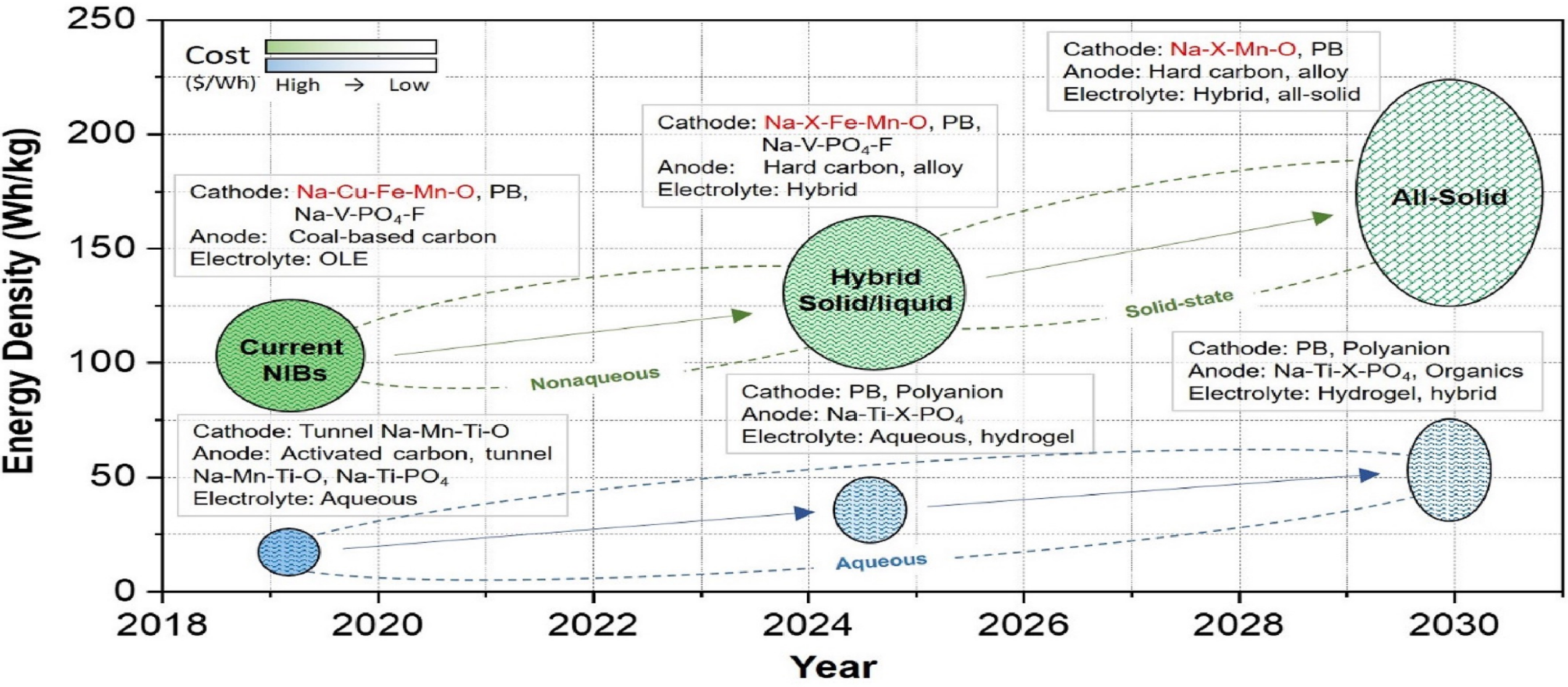
Sektoripõhine



Source: McKinsey Battery Insights Demand Model

Na-ioonakude arendamine

TARTU ÜLIKOOL



Y. Lu et al., Energy Storage Materials, 23 (2019) 144

KOKKUVÕTE JA MÕNED LAHENDUSED

TARTU ÜLIKOOL

Superkondensaatorite edasiarendused

eelnev dopeerimine

asümmeetrilised- ja komposiitelektroodid

Li-ioonakude edasiarendused

katood: Li-rikas kihiline

anood: nano-Si/C, C/Li

funktsionaalne elektrolüüt ja separaator

aku väljundpinge tõstmine

Liitiumijärgsed akukeemia lahendused

Na-ioon (Ni/Co vaba kihiline)

multivalentsed metall-ioon (Al, Ca, Zn, Mg)

metall-õhk

redoks läbivoolu jne.

Tänan tähelepanu eest!

TARTU ÜLIKOOL
keemia instituut
1632