

## Natrio jonų kietieji laidininkai: $\text{Na}_4\text{Mn}_3(\text{PO}_4)_2(\text{P}_2\text{O}_7)$ ir $\text{Na}_3\text{MnPO}_4\text{CO}_3$

## Sodium ion solid conductors: $\text{Na}_4\text{Mn}_3(\text{PO}_4)_2(\text{P}_2\text{O}_7)$ and $\text{Na}_3\text{MnPO}_4\text{CO}_3$

Gintarė Plečkaitytė<sup>1</sup>, Linas Vilčiauskas<sup>1</sup>, Saulius Daugėla<sup>2</sup>, Tomas Šalkus<sup>2</sup>, Antanas Feliksas Orliukas<sup>2</sup>

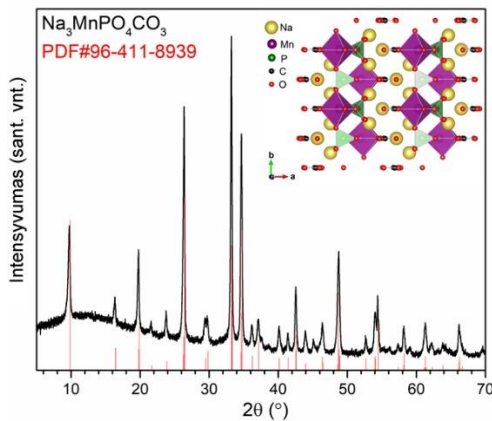
<sup>1</sup>Fizinių ir technologijos mokslų centras, Saulėtekio al. 3, 10257 Vilnius

<sup>2</sup>Vilniaus universitetas, Fizikos fakultetas, Taikomosios elektrodinamikos ir telekomunikacijų institutas, Saulėtekio al. 3, 10257 Vilnius

[tomas.salkus@ff.vu.lt](mailto:tomas.salkus@ff.vu.lt)

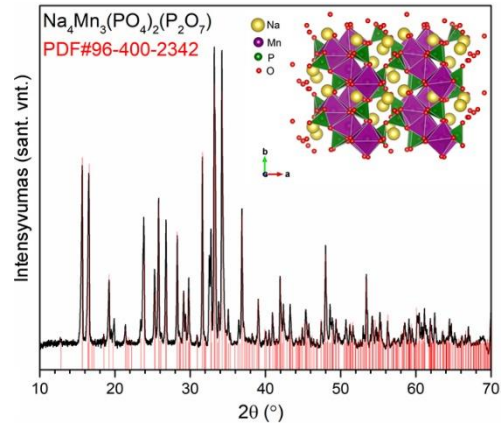
Elektrocheminės baterijos yra svarbus elektros energijos šaltinis dėl savo efektyvumo ir paprastumo naudoti. Siekiant jas pagerinti yra ieškoma naujų funkcinų medžiagų. Buvo ištirta nemažai katodinių ir anodinių medžiagų, skirtų baterijoms su vandens pagrindu pagamintu elektrolitu, tačiau keletos problemų iki šiol mokslininkams nepavyko išspręsti, būtent: gaunamas santykinai mažas energijos tankis, nepakankamas ciklinis stabilumas, mažas potencialų skirtumas [1]. Perspektyvios yra Mn fosfatų pagrindu pagamintos medžiagos, kurios yra netoksiškos, saugios bei lengvai prieinamos. Mn pagrindu gaminamos medžiagos pasižymi greita natrio jonų interkaliacija ir nedideliu tūrio pokyčiu bei aukštu potencialu [2, 3].

$\text{Na}_3\text{MnPO}_4\text{CO}_3$  junginys buvo sintezuotas hidroterminės sintezės metodu iš  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  ir  $\text{H}_2\text{O}$ , kaitinant šias pradines medžiagas esant  $180^\circ\text{C}$  15 h autoklave. Gauta medžiaga priklauso monoklininei singonijai (simetrijos grupė  $\text{P}2_1/\text{m}$ ) (1 pav.).  $\text{Na}_3\text{MnPO}_4\text{CO}_3$  milteliai buvo suspausti ir iš jų esant  $500^\circ\text{C}$  kepinama keramika.



1 pav.  $\text{Na}_3\text{MnPO}_4\text{CO}_3$  Rentgeno difraktograma ir struktūra

$\text{Na}_4\text{Mn}_3(\text{PO}_4)_2(\text{P}_2\text{O}_7)$  junginys buvo susintetintas kietųjų fazių reakcijos metodu iš stochiometrinio  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ,  $\text{MnC}_2\text{O}_4$  ir  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  mišinio. Buvo vykdoma dvipakopė sintezė ore esant  $300^\circ\text{C}$  ir po to  $600^\circ\text{C}$ , kiekvienoje temperatūroje išlaikant po 6 h. Rentgeno difrakcijos eksperimentas parodė, kad gautas junginys priklauso ortorombinei singonijai ( $\text{Pn}21\text{a}$ ) (2 pav.).  $\text{Na}_4\text{Mn}_3(\text{PO}_4)_2(\text{P}_2\text{O}_7)$  milteliai buvo suspausti jų iš jų kepinama keramika esant  $650^\circ\text{C}$ .



2 pav.  $\text{Na}_4\text{Mn}_3(\text{PO}_4)_2(\text{P}_2\text{O}_7)$  Rentgeno difraktograma ir struktūra

Abiejų junginių laidumas buvo ištirtas impedanso spektroskopijos metodu dažnių diapazone nuo 10 Hz iki 2 MHz ir temperatūrų intervale nuo 300 iki 800 K.  $\text{Na}_3\text{MnPO}_4\text{CO}_3$  keramikos laidumo dažninėse priklausomybėse buvo stebėta viena relaksacinė dispersija, kuri buvo susieta su  $\text{Na}^+$  jonų migracija keramikos tūryje. Du relaksaciniai procesai buvo stebėti  $\text{Na}_4\text{Mn}_3(\text{PO}_4)_2(\text{P}_2\text{O}_7)$  junginiui esant aukštesnėms temperatūroms, šie procesai yra susiję su jonine migracija keramikos kristalituose ir tarpkristalitinėse terpėse.  $\text{Na}_3\text{MnPO}_4\text{CO}_3$  junginys pasižymi gana aukštu joniniu laidumu, kurio vertė esant 300 K temperatūrai yra  $2.4 \cdot 10^{-4} \text{ S/m}$ .

*Reikšminiai žodžiai: kietieji elektrolitai, joninė pernaša, keramika.*

### Literatūra

- [1] Y. Liu, Adv. Funct. Mater, 2010445 (2021).
- [2] J. Kang, ACS Sustain. Chem. Eng. **8**, 163 (2020).
- [3] H. Kim, Energy Environ. Sci. **8**, 3325 (2015).