

## Transportowa kariera złóż minerałów litu

Adam Maksymowicz<sup>1</sup>



Zastosowanie w transporcie litowo-jonowych baterii elektrycznych staje się powszechne. Są one wykorzystywane do napędu samochodów elektrycznych na lądzie, samolotów w powietrzu i łodzi podwodnych na morzu. Ze względów komercyjnych i możliwości masowego wytwarzania dominuje obecnie zainteresowanie samochodami elektrycznymi.

Odniesione pod koniec XX w. energetyczne zwycięstwo ekologów odnotowuje kolejny sukces w programach produkcji tych pojazdów. Mają one wyeliminować z atmosfery spaliny, którymi, wraz z rozwojem motoryzacji, już od ponad 100 lat jest zanieczyszczane powietrze na całym globie. Dopełnieniem ekologicznej formuły tych samochodów ma być ich elektryczne ładowanie pochodzące z OZE (Creamer, 2019).

O popularności samochodu elektrycznego świadczy fakt, że wiele krajów ogłosiło zakaz sprzedaży samochodów z silnikiem spalinowym po 2030 r. lub w nieokreślonym jeszcze terminie. Zrobiły to już Chiny, Indie, Holandia, Niemcy, Francja, Wielka Brytania i Norwegia. Lista tych krajów stale się wydłuża (Kulik, 2018). Wielkie koncerny rozpoczęły przygotowania do masowej produkcji takich samochodów. Ich pierwsze serie znalazły się już na naszych drogach. Jak wiadomo, silnik samochodu elektrycznego jest zasilany przez zestaw baterii, których kluczowym elementem jest pierwiastek lit. Podobne baterie, lecz o znacznie mniejszej mocy, były już wcześniej znane i stosowane we wszelkiego rodzaju laptopach, komórkach, smartfonach, zegarkach i innych podobnych urządzeniach. Do samochodów są potrzebne znacznie większe i sprawniejsze baterie, umożliwiające przebieg pojazdów do ok. 1000 km bez ładowania, z zastrzeżeniem, że pojemność baterii zasilających samochody ciężarowe będzie ok. 2-krotnie większa aniżeli przeznaczonych do pojazdów osobowych. Prowadzone są intensywne prace naukowe nad coraz sprawniejszymi bateriami litowo-jonowymi do tego rodzaju samochodów. Ich efektem jest konstrukcja coraz większych zestawów baterii, które dają większe zasięgi (Kimani, 2019).

Testowane są także pierwsze 2-osobowe samoloty z silnikiem elektrycznym. Bateria o pojemności 21 kWh umożliwia lot trwający 55 minut z prędkością 157 km/h. (Ciepiela, 2019). Lecąca z Wrocławia do Warszawy 2-osobowa awionetka musiała 2-krotnie korzystać z międzylądowania, by naładować akumulatory. Dla samolotów elektrycznych technologia ta wydaje się stanowić raczej przyszłość aniżeli teraźniejszość. Bardziej zaawansowana jest konstrukcja litowo-jonowych baterii elektrycznych do napędu łodzi podwodnych (Dąbrowski, 2017).

### BATERIE I HISTORIA SAMOCHODÓW ELEKTRYCZNYCH

Zapowiedzi o wycofywaniu z produkcji samochodów spalinowych na rzecz modeli elektrycznych spowodowały wzrost zapotrzebowania na baterie do tego rodzaju pojazdów. Te zaś musiały mieć dużą pojemność, umożliwiającą jak najdłuższy przebieg pojazdów bez doładowywania. Okazało się, że istnieje kilka pierwiastków nadających się do produkcji katod do tego rodzaju baterii. Najważniejszym z nich jest lit, potem wanad, kobalt, nikiel, mangan, a nawet glin. Konkurencją dla tego rodzaju baterii samochodowych mają być wodorowe ogniwa paliwowe, wytwarzające prąd elektryczny. Tu kluczowe zastosowanie ma mangan jako katoda wodorotlenku manganu. Zaletą baterii wodorowych jest ich szybkie doładowywanie – trwające 2–3 minuty wystarcza do przejechania 600–700 km (Creamer, 2019). Przyszłość okaże, która z tych technologii zdobędzie przewagę w produkcji baterii do samochodów elektrycznych. Wszystko wskazuje na to, że oba rozwiązania będą współistnieć, podobnie jak obecnie samochody spalinowe z silnikami benzynowymi i z silnikami diesla na rafinowaną ropę naftową.

Do samochodów elektrycznych są potrzebne baterie magazynujące energię elektryczną. Lit wydaje się być najważniejszym i najbardziej efektywnym metalem do konstrukcji tego rodzaju baterii. Przy tej okazji warto przypomnieć, że pierwsze samochody z silnikiem elektrycznym skonstruowano już ok. 185 lat temu! Za ich konstruktorów uważa się Szkota Roberta Andersona, który dokonał tego w latach 1832–1839 i Amerykanina Tomasa Davenporta, który samochód taki skonstruował ok. 1835 r. Dziś można by je nazwać dorożkami o napędzie elektrycznym. Około 1899 r. samochód elektryczny jako pierwszy pojazd przekroczył prędkość 100 km/h – dokładnie 105,88 km/h (Historia..., 2018). Około 1910 r. samochody elektryczne na prawie sto lat zostały wyparte przez ich spalinowe odpowiedniki. Przyczyną tego stanu stały się baterie kwasowo-ołowiowe i niklowo-kadmowe, które pozwalały na bardzo niewielki zasięg ówczesnych samochodów elektrycznych. Od tego czasu pojazdy o napędzie elektrycznym wykorzystywano jako transport pomocniczy o ograniczonym zasięgu (samobieżny sprzęt specjalistyczny, wózki golfowe, wózki widłowe, wózki akumulatorowe).

Pierwszy nowoczesny samochód o napędzie elektrycznym został wyprodukowany w USA w 1996 r. przez General Motors pod nazwą GM EV1. Był to na owe czasy elegancji 4-osobowy pojazd z silnikiem elektrycznym o mocy 137 KM i zasięgu 160–225 km. W ciągu 8 sekund osiągał maksymalną prędkość 130 km/h. Jego popularność przeszła wszelkie oczekiwania. Zapisywano się w długich kolejkach na jego otrzymanie. Premierę EV1 transmitowały amerykańskie, brytyjskie i japońskie stacje telewizyjne. Linie telefoniczne zawiesiły się z nadmiaru zamówień.

<sup>1</sup> Gazeta Obywatelska, ul. Barlickiego 28, 50-324 Wrocław; adam.maksymowicz@op.pl

Jednym z atutów tego samochodu była jego bezszelestna jazda. Jednak mimo tej popularności sprzedano tylko 1117 sztuk i nagle przerwano produkcję oraz wycofano z ruchu wszystkie jego egzemplarze. Oficjalnie GM oznajmił, że koszty produkcji EV1 są wysokie i jest ona nieopłacalna, mimo że klienci chcieli ją sfinansować. Wielu Amerykanów uważa, że GM zrezygnował z EV1, bo ugiął się pod wpływem lobby krajów eksportujących ropę naftową, dla których EV1 to auto zagrażające ich interesom. Taka teoria została przedstawiona w filmie dokumentalnym *Who killed the electric car?* (Green Projects, 2019).

## ZAPOTRZEBOWANIE NA NAJLŹEJSZY METAL

Lit jest najlżejszym znanym metalem. Spośród pierwiastków lżejsze są tylko wodór i hel. Stanowi 0,0007% skorupy ziemskiej. Nie jest spotykany w przyrodzie w stanie wolnym. Wchodzi w skład ok. 30 minerałów, z czego najważniejsze to glinokrzemiany: spodumen  $\text{LiAl}[\text{Si}_2\text{O}_6]$  i lepidolit  $\text{KLi}_2\text{Al}[(\text{F},\text{OH})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}]$  oraz fosforany, np. amblygonit  $\text{LiAl}[(\text{F},\text{OH})\text{PO}_4]$ . Tworzy domieszki w ok. 150 minerałach. Metalowy lit jest srebrzystobiały. W skorupie ziemskiej występuje wspólnie z sodem i potasem ([http://www.naukowiec.org/wiedza/chemia/lit\\_442.html](http://www.naukowiec.org/wiedza/chemia/lit_442.html)).

Rosnący rynek samochodów elektrycznych powoduje coraz większe zapotrzebowanie na lit. Holendersko-kanadyjska firma badawcza, która śledzi rejestracje pojazdów elektrycznych i skład chemiczny akumulatorów w ponad 80 krajach, twierdzi, że na całym świecie wdrożono 9,76 GWh pojemności pasażerskiej baterii EV (*Electric Vehicles*) – w 2018 r. nastąpił wzrost o 94% w stosunku do 2017 r. Dzieje się tak mimo tego, że sprzedaż samochodów elektrycznych wzrosła w tym czasie tylko o 23%. To efekt coraz większej mocy nowych zestawów baterii litowo-jonowych (Els, 2019). Eksperci przewidują, że przemysł wydobywczy będzie musiał zainwestować 12 mld dolarów w ciągu 5 lat, aby zaspokoić globalne zapotrzebowanie na lit (Ruiz Leotaud, 2019). Stwarza to sytuację, że złoża zawierające minerały litu są pilnie poszukiwane na całym świecie.

## LIT W ZŁOŻACH

Minerały litu zostały odkryte i opisane w XIX w. w pegmatytach granitowych. W Keystone w Południowej Dakocie (USA) znaleziono ogromne kryształy spodumenu – o długości dochodzącej do 16 m (Maślankiewicz, 1958). Współcześnie wyróżnia się dwa podstawowe rodzaje złóż minerałów litu, z których jest pozyskiwany ten pierwiastek. Pierwszym z nich są złoża typu pegmatytowego, towarzyszące intruzjom granitowym. Są one znane w wielu krajach Europy i licznie występują na całym świecie, m.in. w Australii, Brazylii, Rosji, Chinach oraz w Demokratycznej Republice Konga (Kesler i in., 2012). Drugim typem są podpowierzchniowe złoża solankowe zawierające minerały litu. Największe z tych złóż występują na pustyni Atakama, w tzw. Trójkącie Litowym na granicy trzech państw – Chile, Argentyny i Boliwii. Pod względem wielkości zasobów złoża solankowe mają dominujące znaczenie – ich zasoby ocenia się na ok. 21,6 mln t Li, a zasoby złóż pegmatytowych na ok. 3,9 mln t. Podkreśla się jednak, że złoża pegmatytowe mają tę zaletę, że są rozproszone na świecie, a przez to znacznie bliższe centrom produkcyjnym baterii elektrycznych. Ma to szczególne znaczenie w Europie, gdzie tego rodzaju złoża występują na terenie Portugalii, Finlandii, Wielkiej Brytanii, Niemiec i Czech (Kesler i in., 2012).

Ostatnio odkryto jeszcze trzeci rodzaj złóż zawierających minerały litu, który jest pośrednim ogniwem pomiędzy złożem hydrotermalnym pochodzenia pegmatytowego a złożem solankowym, w którym oba te procesy zachodziły jednocześnie. Tego rodzaju złoża odkryto na Serbii i należy ono do największych pod tym względem na świecie. Złoża o nazwie Jadar zawiera ok. 135,7 mln t jadaritu – jest to minerał odkryty dopiero w 2004 r. o składzie boranu litu  $\text{LiNaSiB}_3\text{O}_7(\text{OH})$ . Podziemna kopalnia ma dostarczyć z tego złoża ok. 10% światowego zapotrzebowania na lit (Ravel, 2019).

W 2018 r. największe wydobycie litu osiągnęła Australia ze złóż pegmatytowych rozsianych po całym kontynencie – w ilości 51 tys. t Li/r, co stanowi ok. 60% światowego wydobycia. Na drugim miejscu znalazło się Chile z produkcją 16 tys. t Li ze złóż solankowych na pustyni Atakama. Trzecie miejsce należy do Chin, które wydobły 8 tys. t Li. Pod względem posiadanych zasobów kolejność jest odwrotna. Na pierwszym miejscu jest Chile z ok. 8 mln t, na drugim miejscu są Chiny z zasobami ok. 4 mln t, na trzecim Australia – 3 mln t i na czwartym Argentyna – 2 mln t (Barrera, 2019).

Eksperci przewidują, że do 2025 r. rynek akumulatorów litowo-jonowych będzie wart 2 biliony dolarów (Nicholas, 2019). Niemcy powołały spółkę Deutsche Lithium do eksploatacji dwóch pegmatytowych złóż w Saksonii (Zinnwald i Falkenheim) tuż przy granicy z Czechami. Ocenia się, że ich zasoby wynoszą odpowiednio 142 i 40 tys. t LCE – *lithium carbonate equivalent* (Webb, 2018). Występowanie wodorotlenku litu stwierdzono również w solankach pochodzących z kopalni Zakłady Górnicze *Sieroszowice* (KGHM Polska Miedź S.A.) w ilości 23,3 mg/l (Fijałkowska i in., 2008).

## LITERATURA

- BARRERA P. 2019 – Top Lithium Production by Country. Lithium Investing News, 17.04.2019 r.
- CIEPIELAD. 2019 – Pierwszy seryjnie produkowany samolot elektryczny na testach w Polsce. Wnp.pl. 5.06.2019 r.
- CREAMER M. 2019 – Manganese poised to make its mark as EV metal. Mining Weekly, 5.06.2019 r.
- DĄBROWSKI M. 2017 – Napędowa rewolucja dla okrętów podwodnych. Defens24, 10.03.2017 r.
- ELS F. 2019 – Battery capacity of electric cars doubles from last year. Bloomberg, 7.05.2019 r.
- FIJAŁKOWSKA A., KUROWSKI R., CZAPLICKA M. 2008 – Polska baza surowcowa litu w kontekście światowych tendencji produkcji węgla litu z solanek i litonośnych wód termalnych. Wyd. SIGMA-NOT, Rudy i Metale Nieżelazne, 53 (9): 548–554.
- GREEN PROJECTS, Eko-scytujać! – Samochód elektryczny, od którego wszystko się zaczęło, 25.02.2019 r.
- HISTORIA samochodów elektrycznych w pigułce – GreenWay Polska, 28.03.2018 r. [http://www.naukowiec.org/wiedza/chemia/lit\\_442.html](http://www.naukowiec.org/wiedza/chemia/lit_442.html)
- KESLER S.E., GRUBER P.W., MEDINA P.A., KEOLEIAN G.A., EVERSON M.P., WALLINGTON T.J. 2012 – Global lithium resources: Relative importance of pegmatite, brine and other deposits. Ore Geology Rev., 48: 55–69.
- KIMANI A. 2019 – Oversold lithium could be about to rally. Bloomberg, 29.01.2019 r.
- KULIK W. 2018 – Zakazy sprzedaży samochodów z silnikami spalinyowymi na świecie. NEONET, 16.11.2018 r.
- MAŚLANKIEWICZ K. 1958 – Mineralogia szczegółowa. PWN.
- NICHOLAS L. 2019 – Lithium stocks on the ASX: The Ultimate Guide. SMALL CAPS, 27.02.2019 r.
- RAVEL R. 2019 – Serbia eyes 10% share of global lithium production – energy min. SeeNews, Belgrad, 12.03.2019 r.
- RUIZ LEOTAUD V. 2019 – Sweden eyes Peru's lithium. Bloomberg 7.06.2019 r.
- WEBB M. – Bacanora plans to list German subsidiary in 2019. Cramer Media, 13.12.2018 r.