

Polskie Konsorcjum Elektrochemicznego Magazynowania Energii



Potencjał naukowy dla rozwoju strategicznego obszaru
gospodarki w zakresie magazynowania energii

Warszawa 8.12.2017

Plan prezentacji

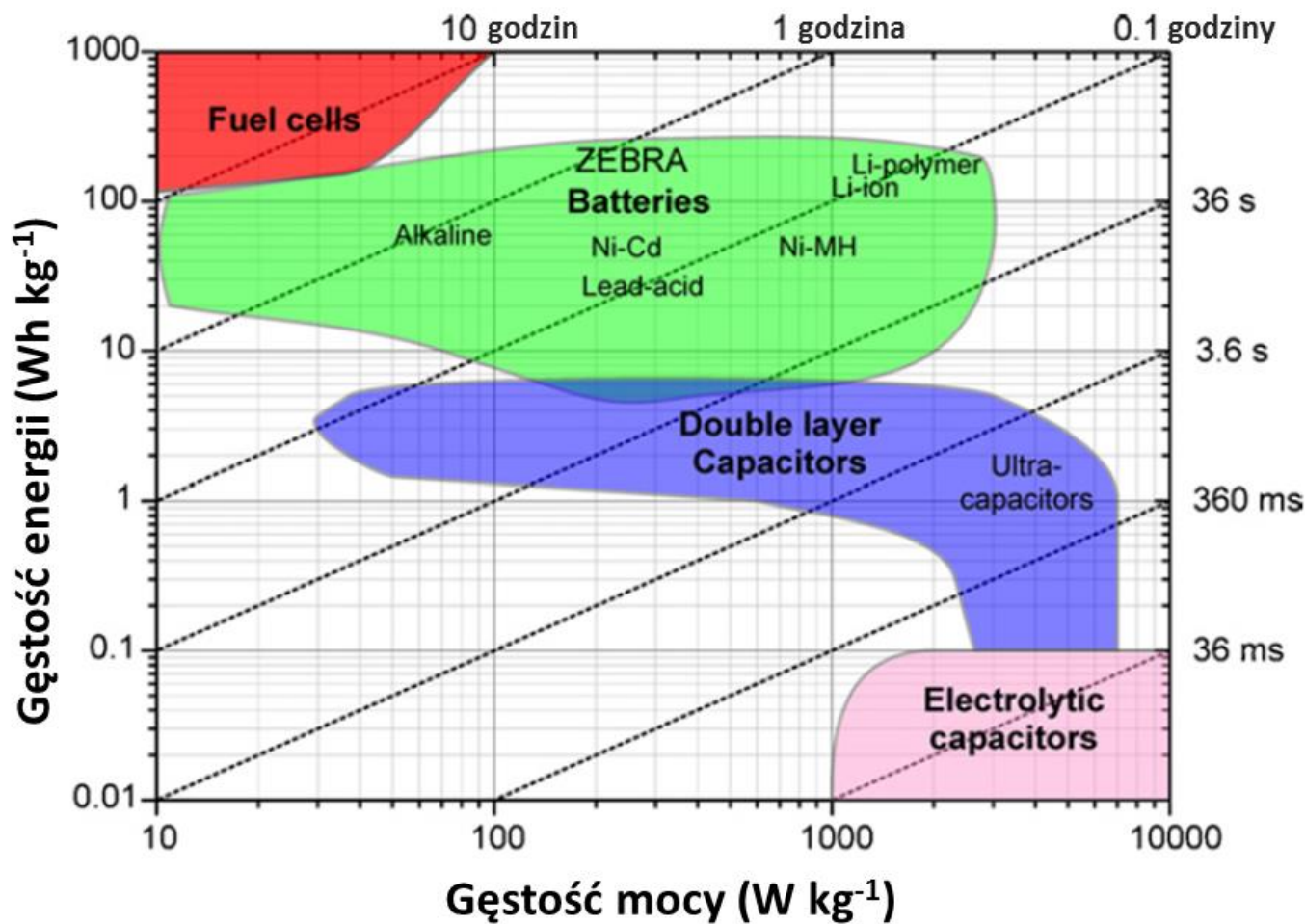
CZĘŚĆ I

1. Wprowadzenie
2. Rodzaje chemicznych źródeł prądu stosowanych w napędach samochodów elektrycznych: stan wiedzy, ograniczenia, kierunki rozwoju badań:
 - baterie
 - kondensatory elektrochemiczne i hybrydowe
 - ogniwa paliwowe
3. Baterie Li-ion a nowe rodzaje baterii
4. Jak to robią inni? Przykłady dobrych praktyk
5. Polskie drogi do prototypów - potencjał naukowy a ograniczenia sprzętowe
6. Oferta produktowa Konsorcjum

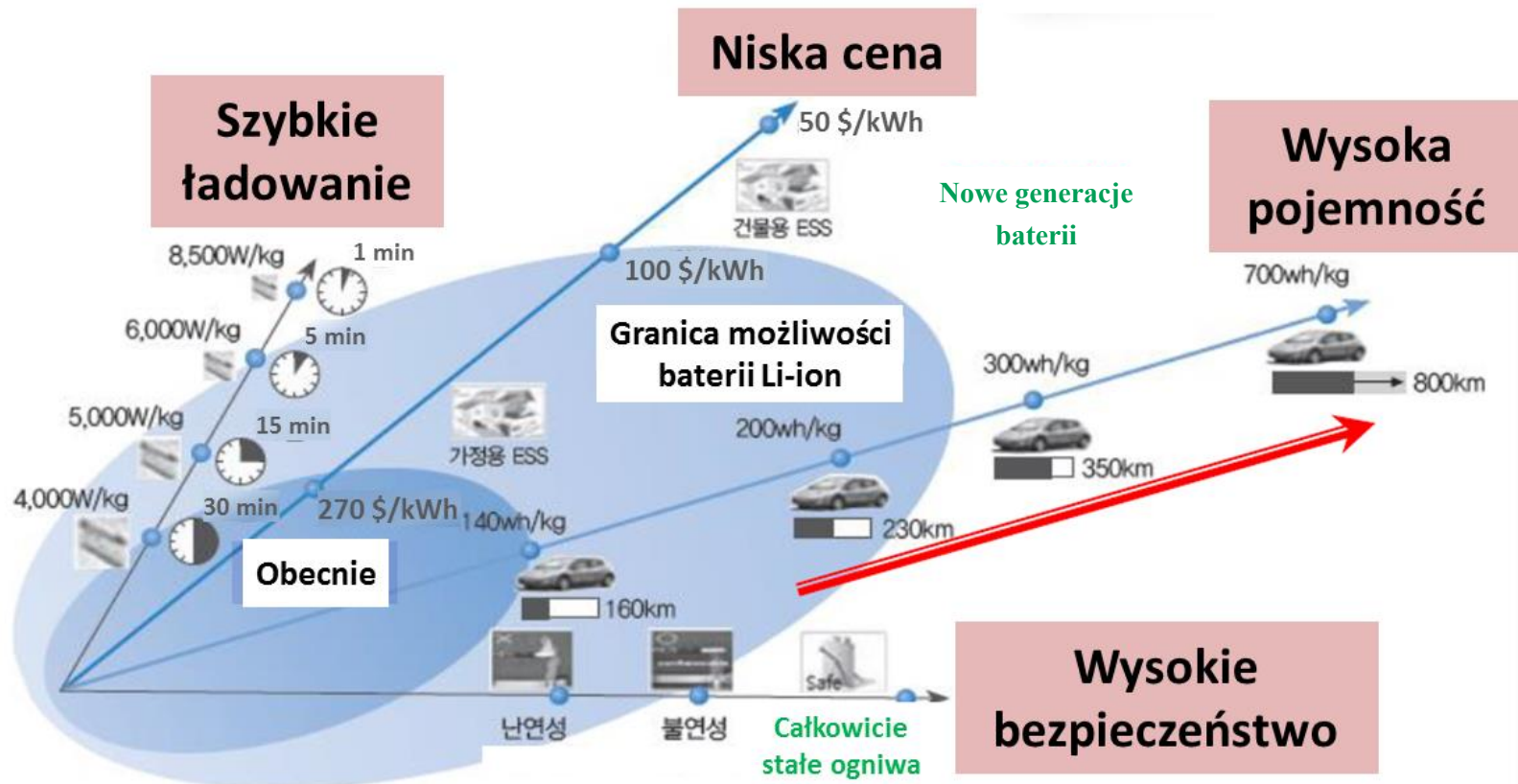
CZĘŚĆ II

1. Polskie Konsorcjum Elektrochemicznego Magazynowania Energii PolStorEn:
 - cele krótkoterminowe
 - cele średnioterminowe
 - cele długoterminowe
2. Podsumowanie

Porównanie chemicznych źródeł prądu



Przewidywany rozwój ogniw



Gęstość energii liczona dla baterii Li-ion dla samochodu elektrycznego
Zasięg samochodu liczony dla Nissana Leaf / cel ustalony dla NEDO (480 km)
Koszty liczone dla pojedynczych ogniw

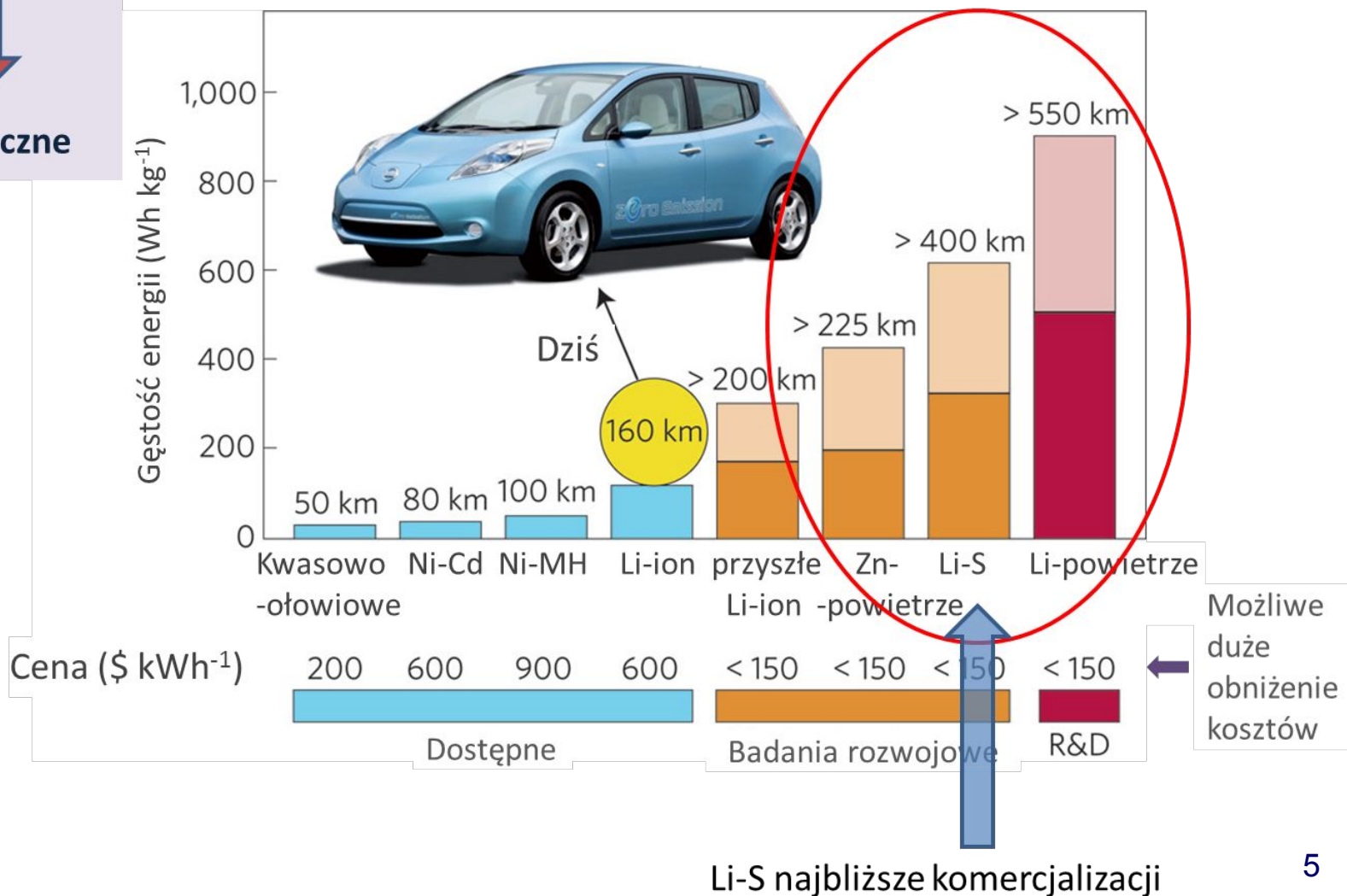
Jakie są możliwości?

Poszukiwania poza chemią związków interkalacyjnych

Teoretyczne

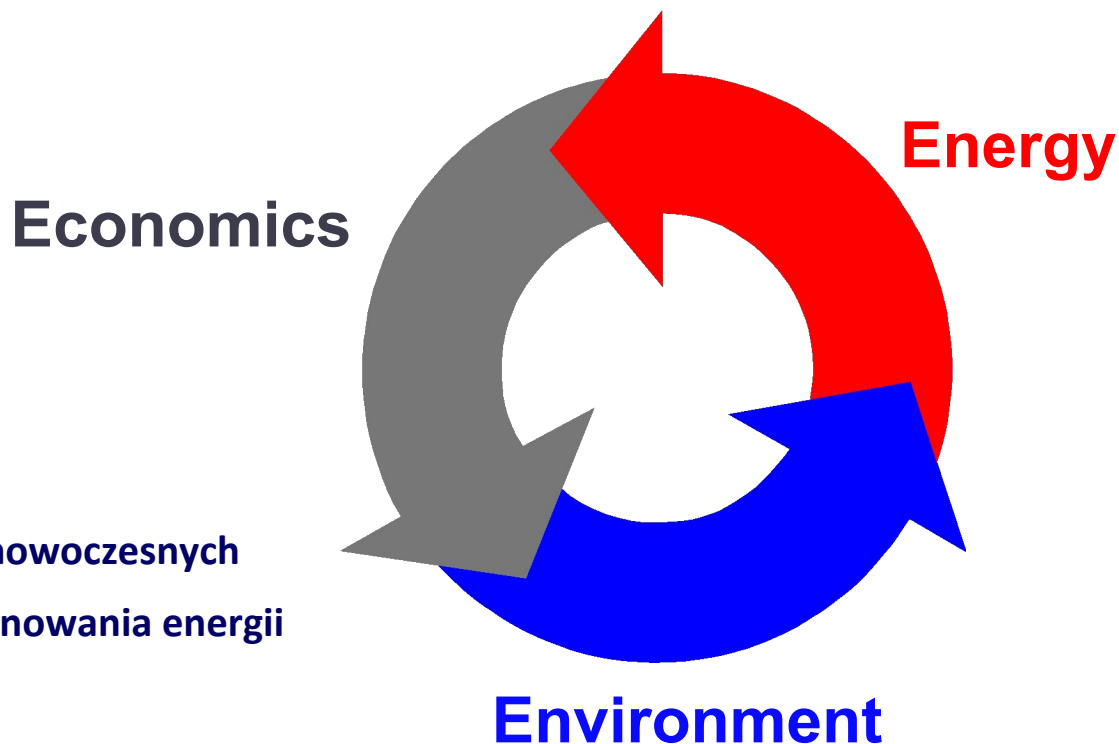


Praktyczne



Wymagania Stawiane Urządzeniom Elektrochemicznym

– reguła $3 \times E$



Opracowanie rozwiązań z zakresu nowoczesnych elektrochemicznych metod magazynowania energii ze szczególnym naciskiem na:

- Wydajność
- Przyjazność dla środowiska
- Koszt
- Bezpieczeństwo

Jak to robią inni – dobre praktyki - przykład Francji

- Sieć RS2E – Research Network on Electrochemical Energy Storage
- 16 partnerów przemysłowych (Airbus, Renault, Saft, Total)
- 17 organizacji naukowych + dofinansowanie rządowe i regionalne
- Infrastruktura:
 - wybudowano nowoczesne laboratorium – 100 mln EUR
 - wyposażenie laboratorium – 40 mln EUR
- Gwarantowane (rząd + przemysł + regiony) 10-letnie finansowanie działania konsorcjum – taki jest przewidywany czas dojścia do fazy produkcyjnej
- Przykłady rozwiązań – autobus miejski zasilany w technologii Na-ion

**A jakie są możliwości realizacji prac naukowych dotyczących
chemicznych źródeł prądu w Polsce?**

Potencjał naukowy w obszarze ogniw i kondensatorów elektrochemicznych

Uniwersytet Warszawski – materiały anodowe i katodowe, ogniwa paliwowe

Akademia Górniczo-Hutnicza – materiały katodowe i anodowe dla Li-ion i Na-ion, elektrolity stałe dla ogniw Li-ion

Uniwersytet Jagielloński – materiały katodowe i anodowe oraz nanokompozyty dla Li-ion, materiały węglowe

Politechnika Gdańska – materiały anodowe dla Li-ion, superkondensatorów, ogniwa paliwowe

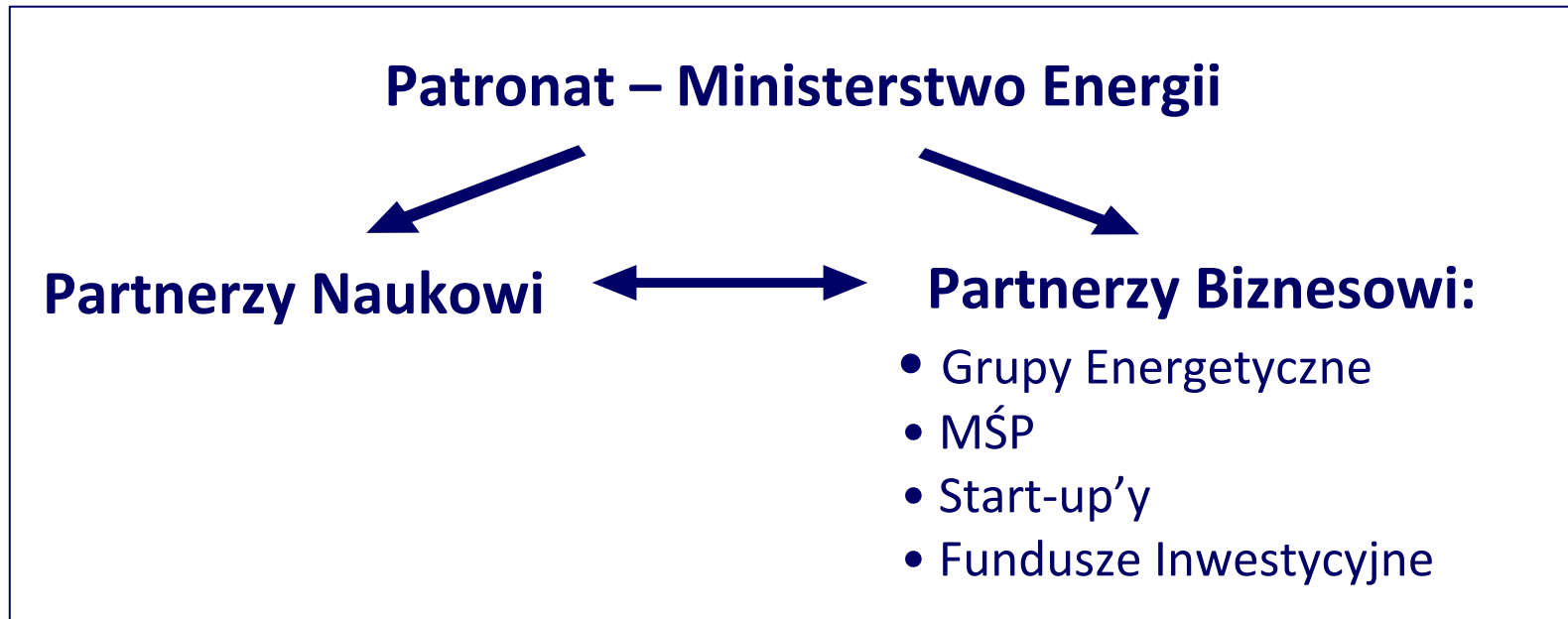
Politechnika Poznańska – materiały dla elektrochemicznych hybrydowych kondensatorów, modele ogniw

Politechnika Warszawska – elektrolity dla Li-ion, Na-ion, Li-S

Instytut Metali Nieżelaznych (CLAiO) – ogniwa Li-S i Li-ion, certyfikacja ogniw, recykling ogniw

- **Osiągnięcia naukowe:** około 1000 publikacji – 40000 cytowań
(4 razy więcej niż w naukach chemicznych w Polsce)
- **Własność intelektualna:** 56 zidentyfikowanych rozwiązań technologicznych chronionych 18 patentami zagranicznymi, 13 patentami RP i 29 zgłoszeniami patentowymi
- **Wykorzystanie potencjału:** utworzenie Polskiego Konsorcjum Elektrochemicznego
Magazynowania Energii - **PolStorEn**

Struktura konsorcjum



Propozycja docelowej formy prawnej – spółki celowe - produktowe

- Spółki celowe powoływane w celu rozwoju i komercjalizacji danego produktu/technologii
- Proponowana struktura właścicielska spółki celowej:
 - współnik merytoryczny: uczelnie, spółki spin-off – wnoszący technologię i know-how
 - współnik kapitałowy: agencje rządowe, spółki Skarbu Państwa, inwestor branżowy – wnoszący instrument finansowy
- Finansowanie – koszty początkowe + stałe finansowanie przez 10 lat

Skład części naukowej konsorcjum



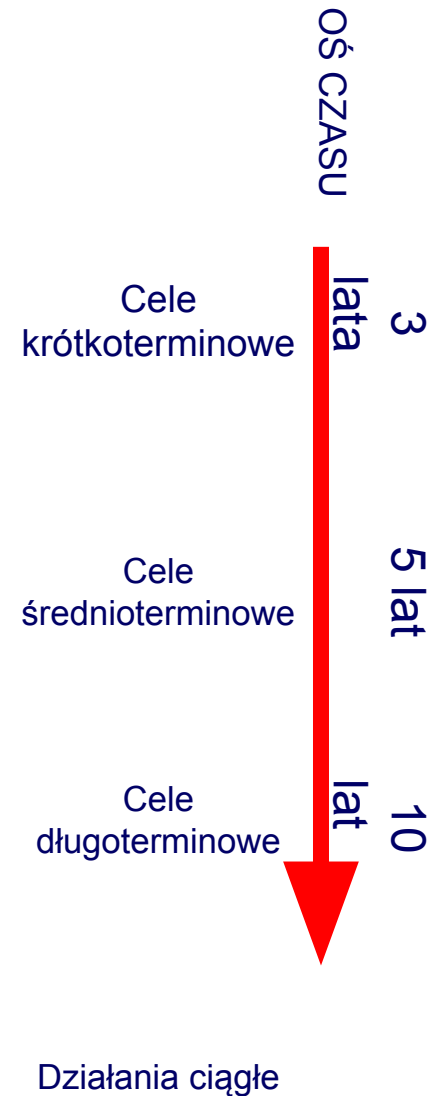
Instytut
Metali Nieżelaznych
Oddział w Poznaniu



- **Akademia Górniczo-Hutnicza**
- **Instytut Metali Nieżelaznych**
- **Politechnika Gdańska**
- **Politechnika Poznańska**
- **Politechnika Warszawska**
- **Uniwersytet Jagielloński**
- **Uniwersytet Warszawski**

Obszary działalności

- ogniwa litowe typu Li-ion
- kondensatory elektrochemiczne i hybrydowe
- ogniwa sodowe typu Na-ion
- ogniwa z elektrolitem stałym – All Solid State Battery
- ogniwa lit-siarka (Li-S)
- ogniwa paliwowe
- certyfikacja ogniw i akumulatorów
- zasoby surowcowe i recykling surowcowy
- integracja rozwiązań i rozwój dedykowanych produktów w obszarze magazynowania energii



Oferta produktowa Konsorcjum



Potencjał technologiczny Konsorcjum

Zidentyfikowane rozwiązania / technologie produktowe	Polskie zgłoszenia patentowe	Zagraniczne zgłoszenia patentowe	Patenty polskie	Patenty zagraniczne
56	21	8	13	18

Większość oferowanych rozwiązań / technologii może zostać zastosowana w wielu innowacjach produktowych (dedykowanych produktach), tym samym obniżając koszty ich wdrożenia

Cele krótkoterminowe

komercjalizacja produktów w ciągu 2-5 lat

- Background

Technologie produktowe	Polskie zgłoszenia patentowe	Zagraniczne zgłoszenia patentowe	Patenty polskie	Patenty zagraniczne	Aktualnie realizowane projekty
12 (TRL 5-9)	7	8	1	15	8

- Foreground

Produkt	Przeznaczenie / zastosowanie	Time-to-Launch	Przewagi
ogniwa Li-ion	e-BUS, EV	2 lata	bezpieczeństwo
Kondensatory elektrochemiczne i hybrydowe	magazyny dla OZE stacje ładowania zasobniki ESS	5 lat	trwałość ekologia (Co, F) niskie koszty surowce odnawialne

Cele średnioterminowe

komercjalizacja produktów w ciągu 5-9 lat

- Background

Technologie produktowe	Polskie zgłoszenia patentowe	Zagraniczne zgłoszenia patentowe	Patenty polskie	Patenty zagraniczne	Aktualnie realizowane projekty
37 (TRL 4-6)	12	1	9	3	8

- Foreground

Produkt	Przeznaczenie / zastosowanie	Time-to-Launch	Przewagi
hybrydy SC/Li-ion ogniwa Na-ion kondensatory elektrochem. i NIC hybrydowe ogniwa Li-S	e-BUS, EV transport technologiczny stacje ładowania zasobniki ESS	5 lat 5-7 lat 6-8 lat 9 lat	bezpieczeństwo trwałość ekologia niskie koszty surowce odnawialne

Cele długoterminowe

komercjalizacja produktów w ciągu 10-15 lat

- Background

Technologie produktowe	Polskie zgłoszenia patentowe	Zagraniczne zgłoszenia patentowe	Patenty polskie	Patenty zagraniczne
5 (TRL 3-4)	1	1	1	2

- Foreground

Produkt	Przeznaczenie / zastosowanie	Time-to-Launch	Przewagi
ogniwa paliwowe	stacje ładowania	10 lat	pojemność
mikroklastry	zasobniki ESS smart-grid	15 lat	ekologia niskie koszty bezpieczeństwo trwałość

Cele horyzontalne

- Stworzenie ogniw nowej generacji
- Wykorzystanie polskich zasobów surowcowych
- Recykling surowcowy
- Integracja rozwiązań i certyfikacja ogniw i akumulatorów
- Optymalizacja łańcucha wartości
- Stworzenie w Polsce strategicznej gałęzi gospodarki



Dziękujemy za uwagę!

Polskie Konsorcjum Elektrochemicznego Magazynowania Energii



Potencjał naukowy dla rozwoju strategicznego obszaru
gospodarki w zakresie magazynowania energii

Warszawa 8.12.2017

Plan prezentacji

CZĘŚĆ II

1. Cele krótkoterminowe:

- a) Ogniw Li-ion – usprawnienie istniejących technologii
- b) Kondensatory elektrochemiczne i hybrydowe

2. Cele średnioterminowe:

- a) Skalowalne systemy magazynowania energii elektrycznej na bazie ogniw Na-ion
- b) Ogniw Li-S

3. Cele długoterminowe:

- a) Ogniw paliwowe

4. Podsumowanie

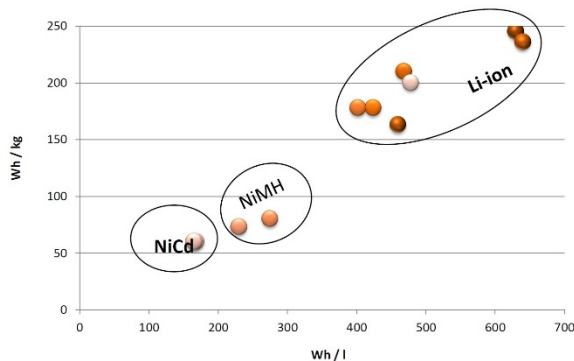


Ogniwa Li-ion – usprawnienie istniejących technologii

- Lider – UW
- Jednostki uczestniczące – AGH, PW, UJ, PG, CLAiO, PP

Pierwsze rozwiązania 2-5 lat

Dlaczego ogniwa Li-ion?



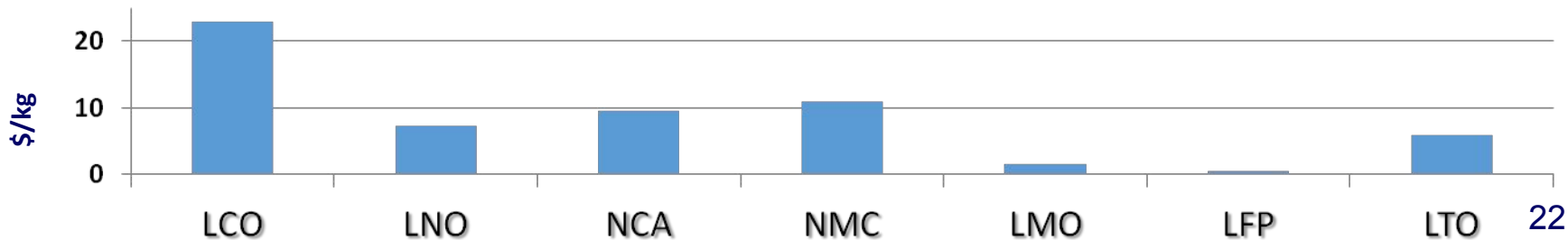
Zasięg pojazdów elektrycznych z ogniwami Li-ion:

- 1) Tesla Model S (2016) – 370 km (70 kWh) - NCA
- 2) Nissan LEAF (2016) – 170 km (30 kWh) - LMO
- 3) Mercedes-Benz B-Class (2016) – 140 km (28 kWh)
- 4) BMW i3 (2016) – 130 km (22 kWh) - LTO/LMO

Materiały elektrodowe stosowane w Li-ion

Nazwa	LCO	LNO	NCA	NMC	LMO	LFP	LTO
Katoda	LiCoO_2	LiNiO_2	$\text{Li}(\text{Ni}_x\text{Co}_y\text{Al}_z)\text{O}_2$	$\text{Li}(\text{Ni}_x\text{Mn}_y\text{Co}_z)\text{O}_2$	LiMn_2O_4	LiFePO_4	LMO, NCA
Anoda	Grafit	Grafit	Grafit	Grafit	Grafit	Grafit	$\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$
Napięcie (V)	3,7-3,9	3,6	3,65	3,8-4,0	4,0	3,3-3,4	2,3-2,5
Gęstość Energii (Wh/kg)	150	150	130	170	120	130	85
Bezpieczeństwo	1	2	2	2	3	4	4
Koszt surowcowy (\$/kg)	23	7,2	9,5	11	1,5	0,5	(5,9)

Grafit 1-1,5 \$/kg

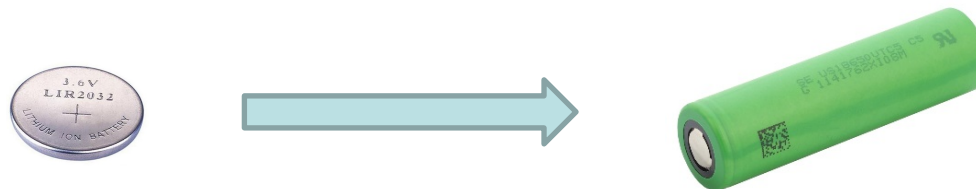


Wybrane zidentyfikowane rozwiązania/technologie

Technologia	Element	Chemia	IPR	Właściwości
POLiON nanokompozyty CCL/nano-LFP	katoda	CCL/LFP	13 patentów	- najbezpieczniejszy materiał katodowy - najtańszy materiał katodowy, bez kobaltu - wysoka moc – szybkie ładowanie - bardzo wysoka trwałość >2000 cykli
nanomateriał LKMNO	katoda	LMO	2 zgłoszenia	- bardzo wysoka pojemność >200mAh/g @10C - wysoka moc – szybkie ładowanie - tanie surowce bez drogiego i toksycznego kobaltu - wysokie bezpieczeństwo i trwałość >1000 cykli
elektrolit LiTDI	elektrolit	LiTDI	2 patenty	- wysoka stabilność termiczna >250°C - zmniejszenie zawartości fluoru nawet o 85% - kompatybilność z nowoczesnymi materiałami elektrodowymi - stabilność w obecności powietrza i wody
materiał LTO	anoda	LTO	zgłoszenie	- najbezpieczniejszy materiał anodowy - wysoka moc – szybkie ładowanie - bardzo wysoka trwałość >2000 cykli
nanokompozyty Si@SiO _x @C	anoda	Si/SiO	zgłoszenie	- materiał z surowców odnawialnych – biokrzemionki - wysoka pojemność >500mAh/g - niski koszt
karbozele hierarchiczne CAG	anoda	C	2 zgłoszenia	- materiał z surowców odnawialnych – skrobi - niski koszt, niski ślad węglowy - alternatywa dla grafitu syntetycznego i kopalnego

Integracja rozwiązań – produkty dedykowane

Integracja → **Skalowanie** → **Walidacja** → **Certyfikacja**



Ogniwo Li-ion	Optymalizacja			Przeznaczenie
LTO LiTDI CCL/nano-LFP	bezpieczeństw o	trwałość	moc	- wielkoskalowe magazyny ESS - stacje ładowania
C LiTDI CCL/nano-LFP	koszt	bezpieczeństw o	moc	- EV miejskie - E-BUS - magazyny ESS
LTO LiTDI LKMNO	moc	bezpieczeństw o	energia	- EV high power - magazyny ESS - stacje ładowania
C LiTDI LKMNO	energia	moc	koszt	- EV long range - lokalne ESS
LTO LiPF ₆ LMO	moc	bezpieczeństw o	trwałość	- stacje ładowania - EV high power

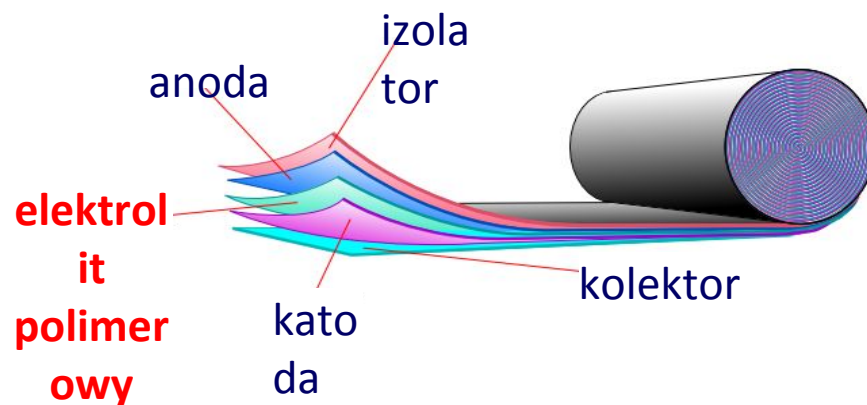
Plany na przyszłość

Ogniwa ze stałym elektrolitem

- Badania nad zastosowaniem stałych elektrolitów w technologii **Li-ion i Na-ion**
- Zalety w porównaniu do istniejących technologii
 - zwiększenie bezpieczeństwa
 - baterie przyjazne środowisku
 - zastosowanie **metalicznego litu** jako anody
- zastosowanie nowych generacji elektrolitów
 - **polimerowe** (nowe sole o innym mechanizmie przewodnictwa w połączeniu z nowymi niekomercyjnymi matrycami polimerowymi)
 - elektrolity **ceramiczne** (szkliste i krystaliczne)
 - **nanokompozyty**
- Zastosowania specjalne
 - medycyna
 - wojskowość
 - badania kosmiczne



Forma elektrolitu polimerowego:
elastyczna membrana/folia



Skalowalne systemy magazynowania energii elektrycznej na bazie ogniw Na-ion

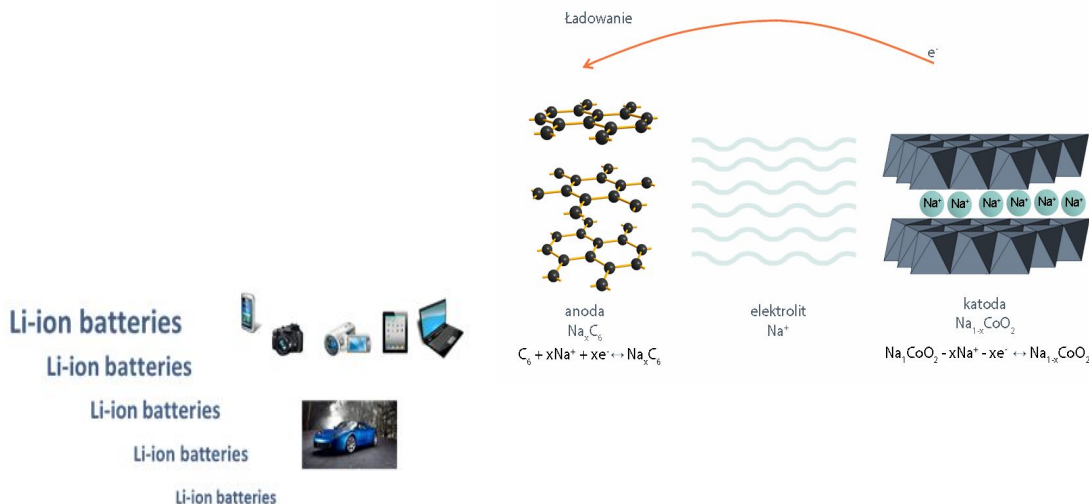
- Lider – AGH
- Jednostki uczestniczące – PW, UJ, PG, PP, UW

Pierwsze rozwiązania 5-7 lat

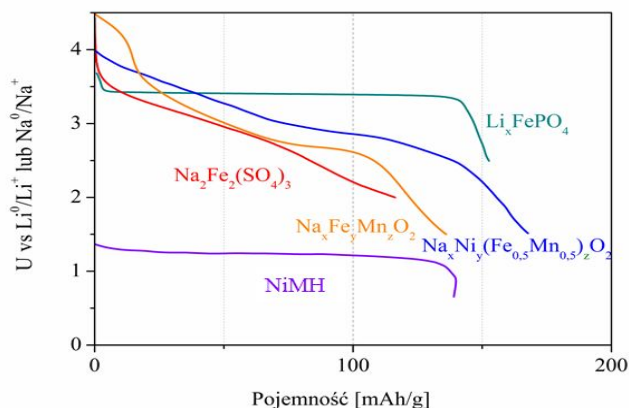
Ogniwa Na-ion – obiecująca alternatywa dla ogniw Li-ion

Dlaczego Na-ion?

- bogate zasoby naturalne sodu (woda morska) i niska cena
- potencjał Na/Na^+ tylko nieznacznie różni się od potencjału Li/Li^+ (0.3 V)
- mechanizm pracy Na-ion taki sam jak Li-ion
- większa tendencja do tworzenia stabilnych struktur warstwowych, co ma znaczenia dla zwiększenia bezpieczeństwa użytkowanych ogniw

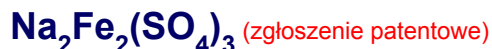
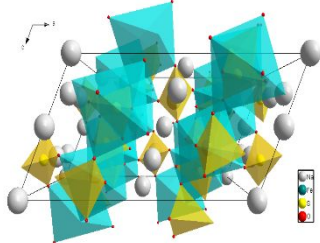


Porównanie parametrów ogniw Li-ion i Na-ion

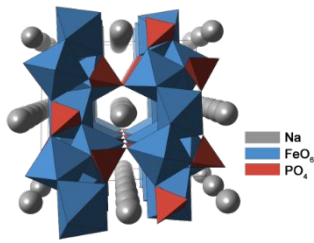


Jak w technologii Na-ion osiągnąć poziom gęstości energii komercyjnych akumulatorów Li-ion?

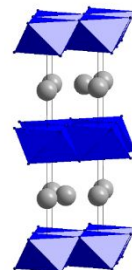
Wyzwanie: stabilne materiały katodowe o wysokim napięciu vs. Na^+/Na i wysokiej pojemności z grupy warstwowych materiałów tlenkowych Na_xMO_2 i związków polianionowych (fosforany, siarczany)



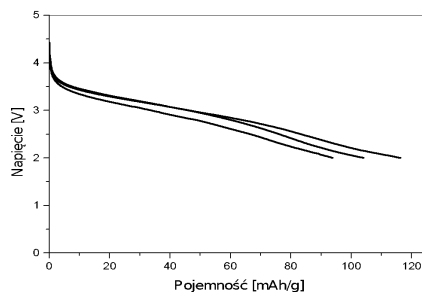
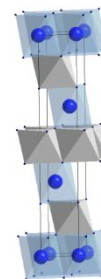
przyjazne pierwiastki **Na, Fe, S**
prosta synteza w środowisku wodnym w 100°C



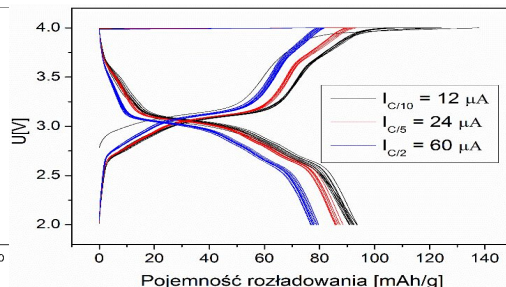
przyjazne pierwiastki **Na, Fe, P**
temp. syntezy 550°C



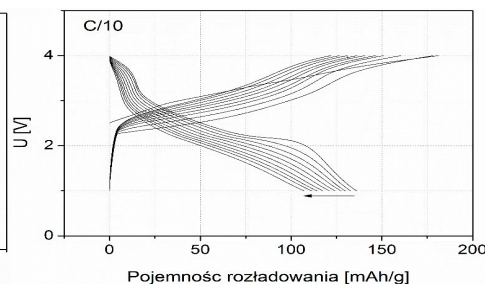
przyjazne pierwiastki **Na, Fe, Mn**
synteza w fazie stałej



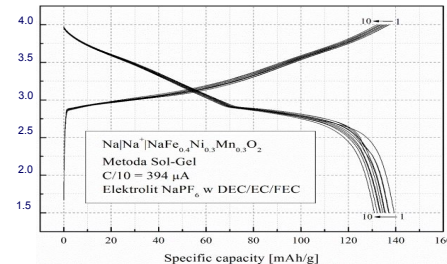
pojemność bliska
teoretycznej (120 mAh/g i
450 mAh/l)



osiągana pojemność 100
mAh/g i 400 mAh/l

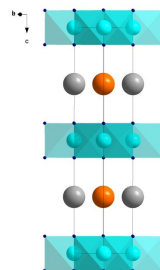
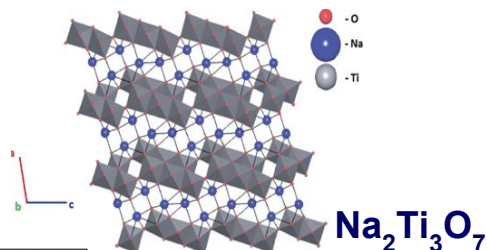
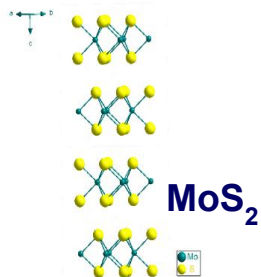


osiągana pojemność rzędu
120 mAh/g (teoretyczna 270
mAh/g i 600 mAh/l)

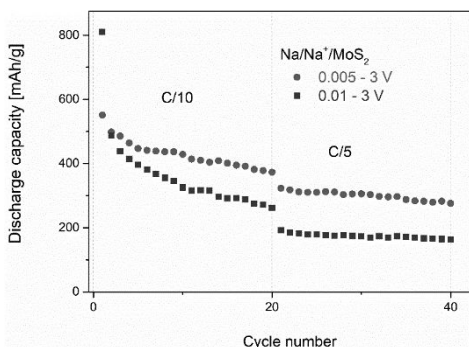


osiągana pojemność rzędu
140 mAh/g (teoretyczna 270
mAh/g i 600 mAh/l)

Wspólne dokonania w zakresie materiałów anodowych i elektrolitów dla ogniw Na-ion

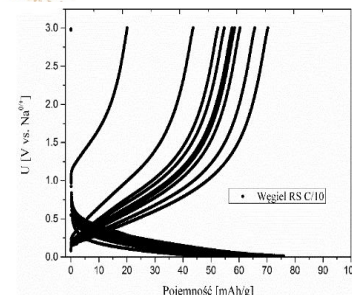
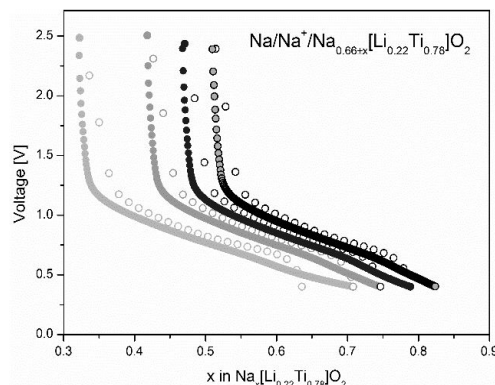


Hierarchiczne węglowe materiały anodowe z surowców odnawialnych



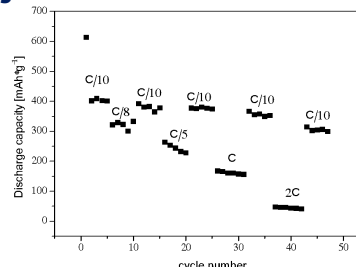
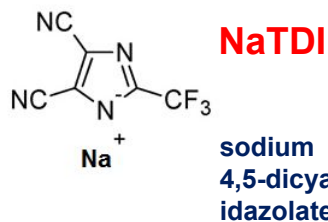
niskie zmiany objętości w trakcie pracy
najniższy potencjał vs Na/Na⁺ spośród materiałów tlenkowych

mechanizm konwersji: $\text{MoS}_2 + 4\text{Na} \leftrightarrow 2\text{Na}_2\text{S} + \text{Mo}$
teoretyczna pojemność 700 mAh/g



OCHRONA IPR – ZGŁOSZENIA
PATENTOWE:
P.416438; PCT/IB2017/050591

Realna szansa opracowania kompletnego ogniwa Na-ion na bazie elektrolitu NaTDI - opracowanego w Politechnice Warszawskiej



Kompatybilność elektrolitu na bazie NaTDI z materiałami katodowymi (typu NaCoO₂, Na_{0,67}Mn_{1-x}Mg_xO₂) oraz anodowymi (SbC, SbSiCuC)

Działania dla uzyskania poziomu gotowości TRL 9 w obszarze ogniw Na-ion:

- optymalizacja składu chemicznego prezentowanych materiałów katodowych i anodowych dla poprawy ich stabilności względem elektrolitu oraz granicy fazowej elektroda/elektrolit
- rozwój niskotemperaturowych metod syntezy materiałów elektrodowych
- przejście do nanoskali i tworzenie kompozytowych materiałów elektrodowych celem poprawy przewodnictwa elektrycznego i zwiększenie wydajności prądowej ogniw
- rozwój elektrolitów sodowych o podwyższonym oknie elektrochemicznym
- powiększenie skali (scale up) procesu wytwarzania materiałów elektrodowych i elektrolitów

Kondensatory elektrochemiczne i hybrydowe

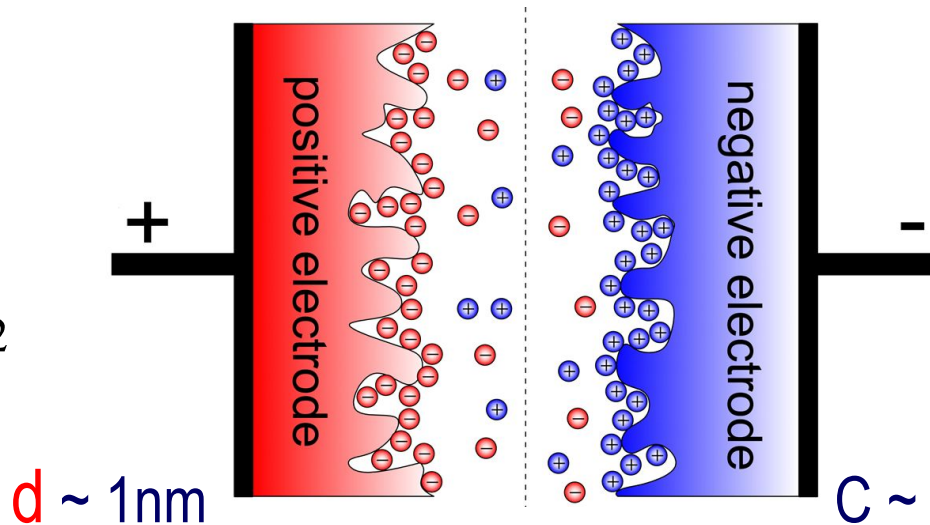
- Lider – PP
- Jednostki uczestniczące – PG, CLAiO

Pierwsze rozwiązania 2-8 lat

Działanie kondensatora elektrochemicznego

$$C_e = \frac{\epsilon S}{d}$$

$$E = \frac{1}{2} C U^2$$

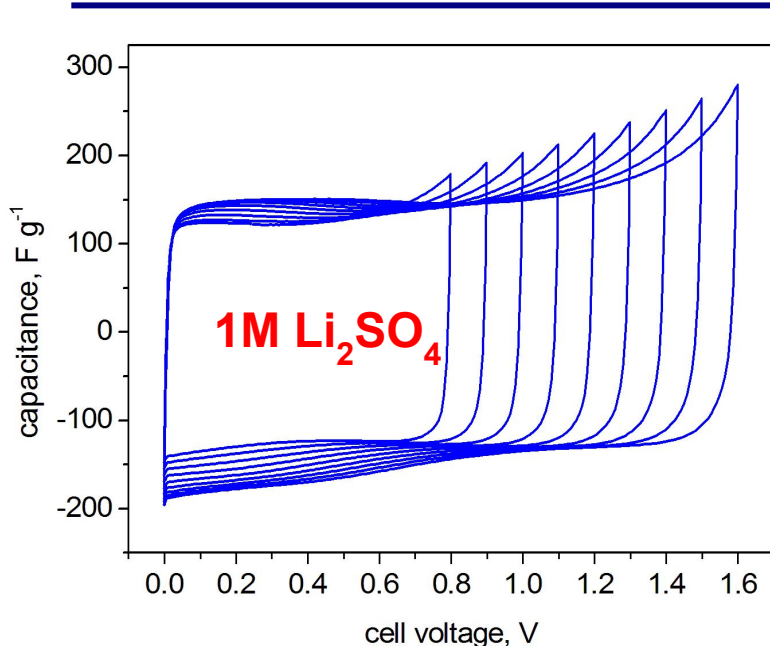


$$P = \frac{U^2}{4R_s}$$

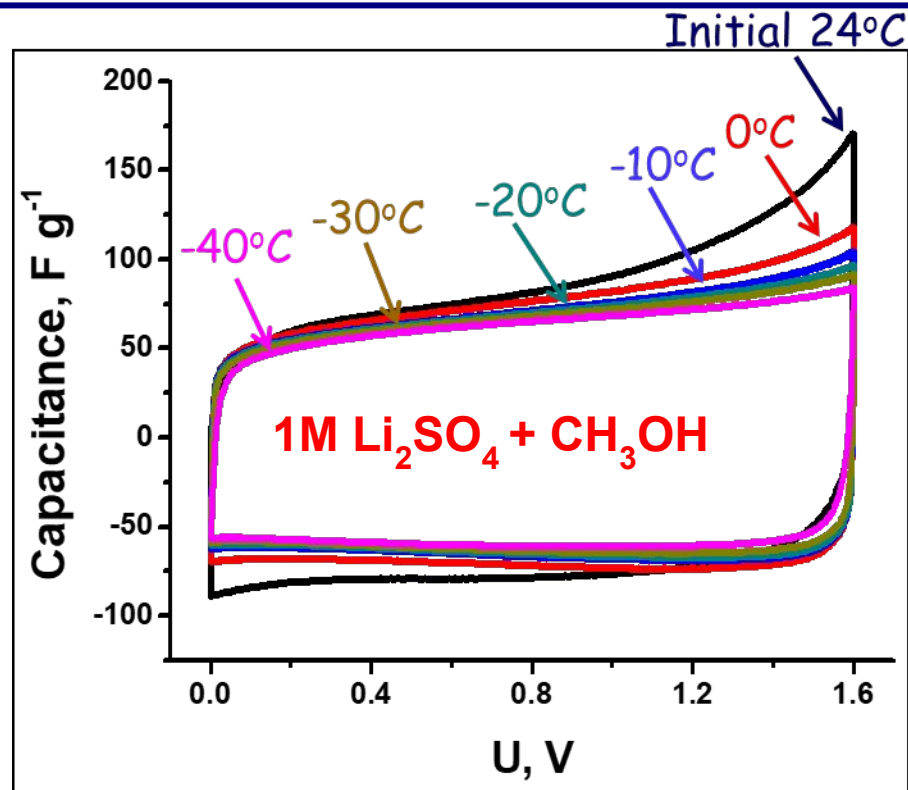
$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

Parametry	Organiczny elektrolit	Wodny elektrolit
Napięcie	max. 2.7 V - 4.2 V	0.8 V - 2.0 V
Przewodnictwo	$\sim 20 \text{ mS/cm}$	$\sim 600 \text{ mS/cm}$
Pojemność	max. 150 F/g	200 F/g - 300 F/g
Montaż	atmosfera ochronna	łatwa manipulacja
Ekologia	palny, szkodliwy	bezpieczny, ekologiczny
Ekonomia	wysoki koszt	tani

Kondensator działający w wodnych roztworach soli (siarczany, azotany) przy 1,6 - 2,0V w różnych T

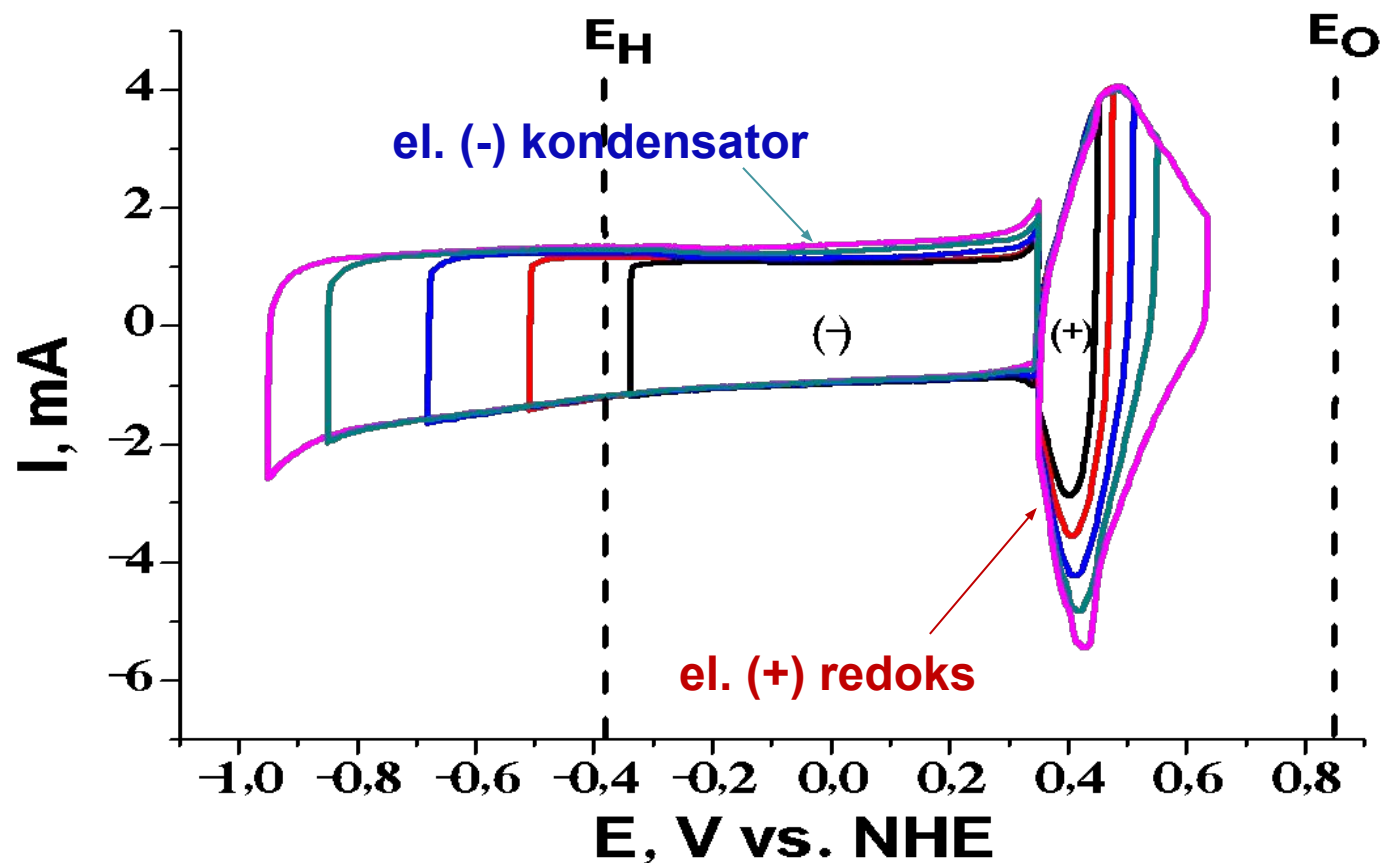


15 000 cykli -1A/g



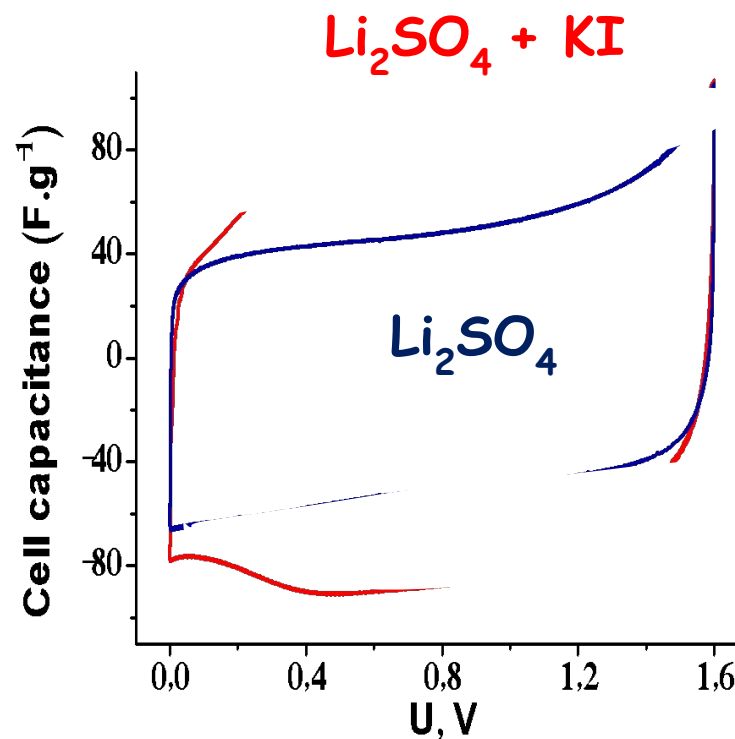
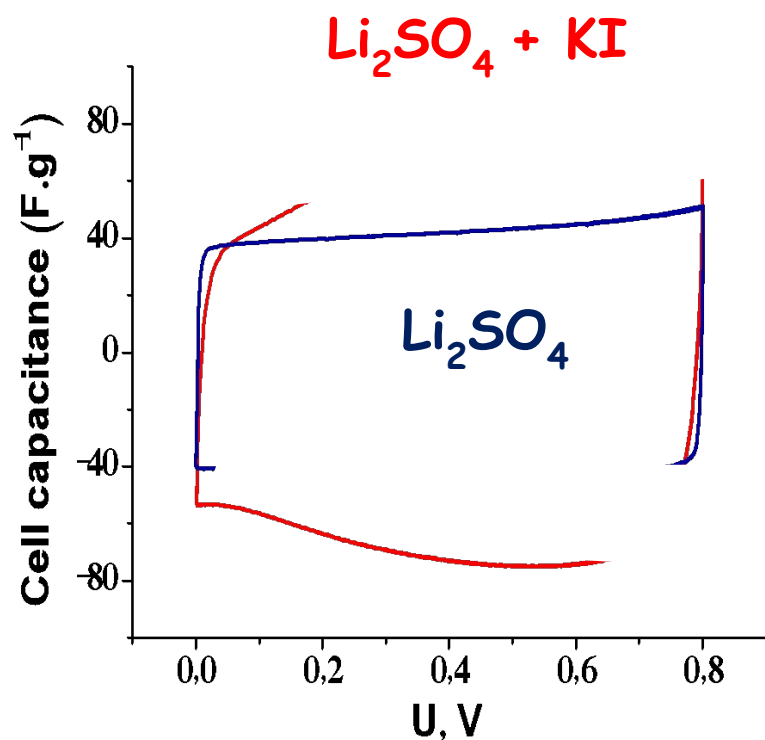
Stopniowy zanik reakcji redoks w temp. -40°C

Charakterystyki elektrod w 1M Li_2SO_4 + 0.2 M KI



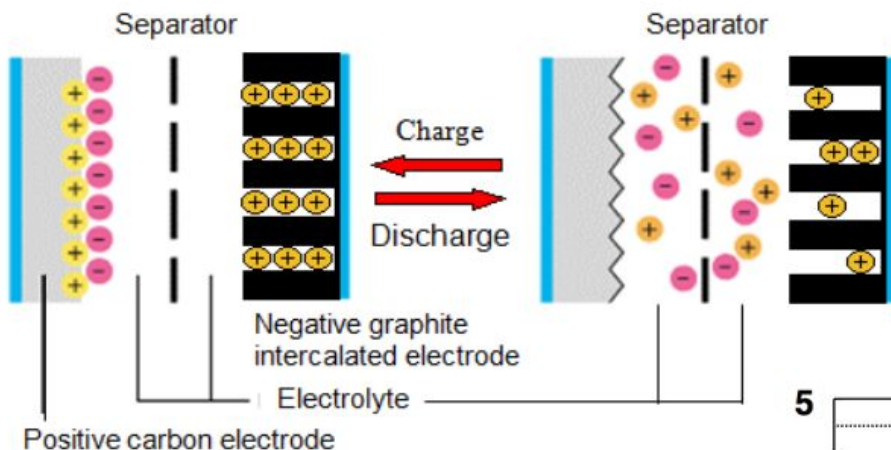
Podobne działanie w roztworach aq. KI, NaI, KBr, KSCN

Charakterystyki symetrycznego i hybrydowego kondensatora

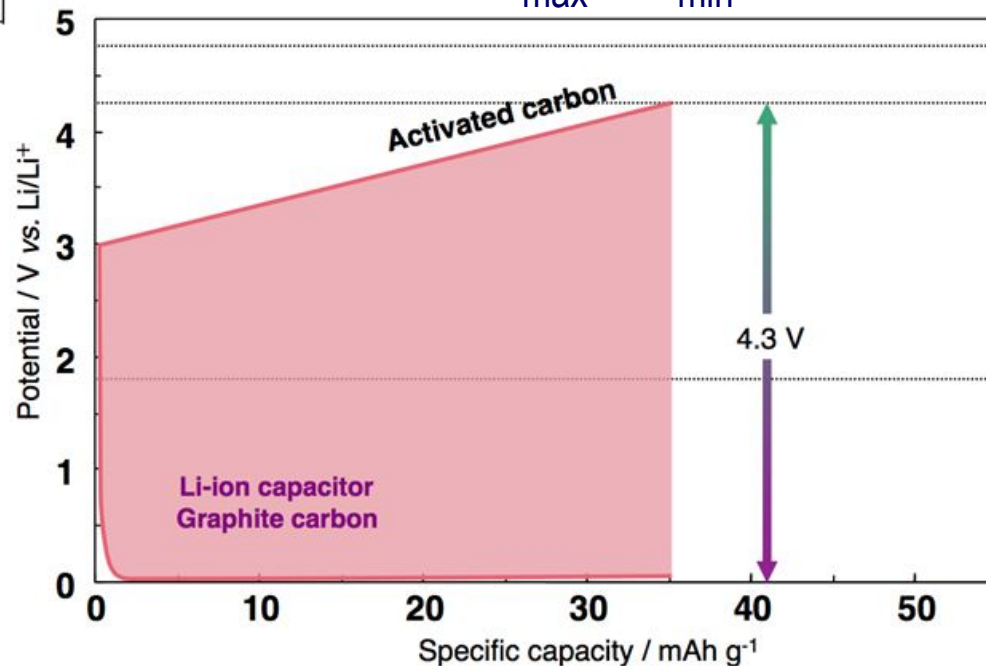
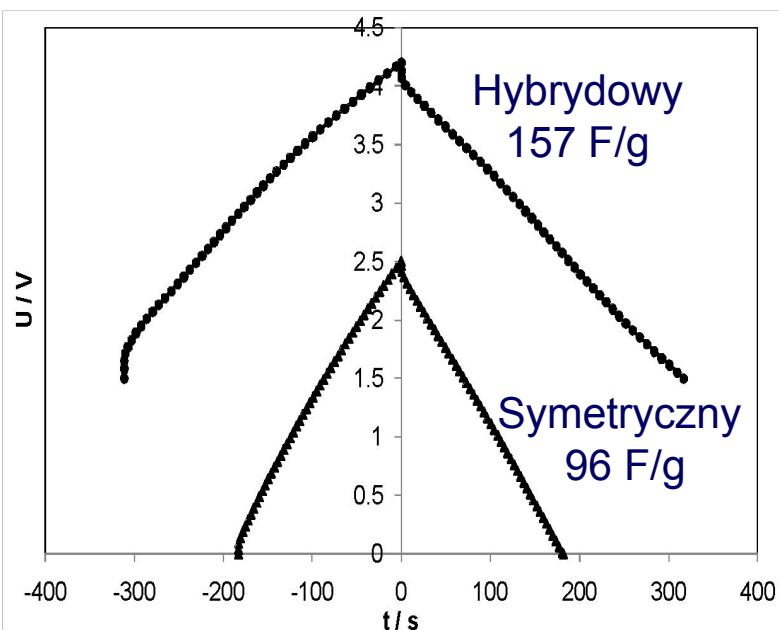


Wysoka pojemność układu hybrydowego AC/AC

Działanie hybrydowego kondensatora LIC

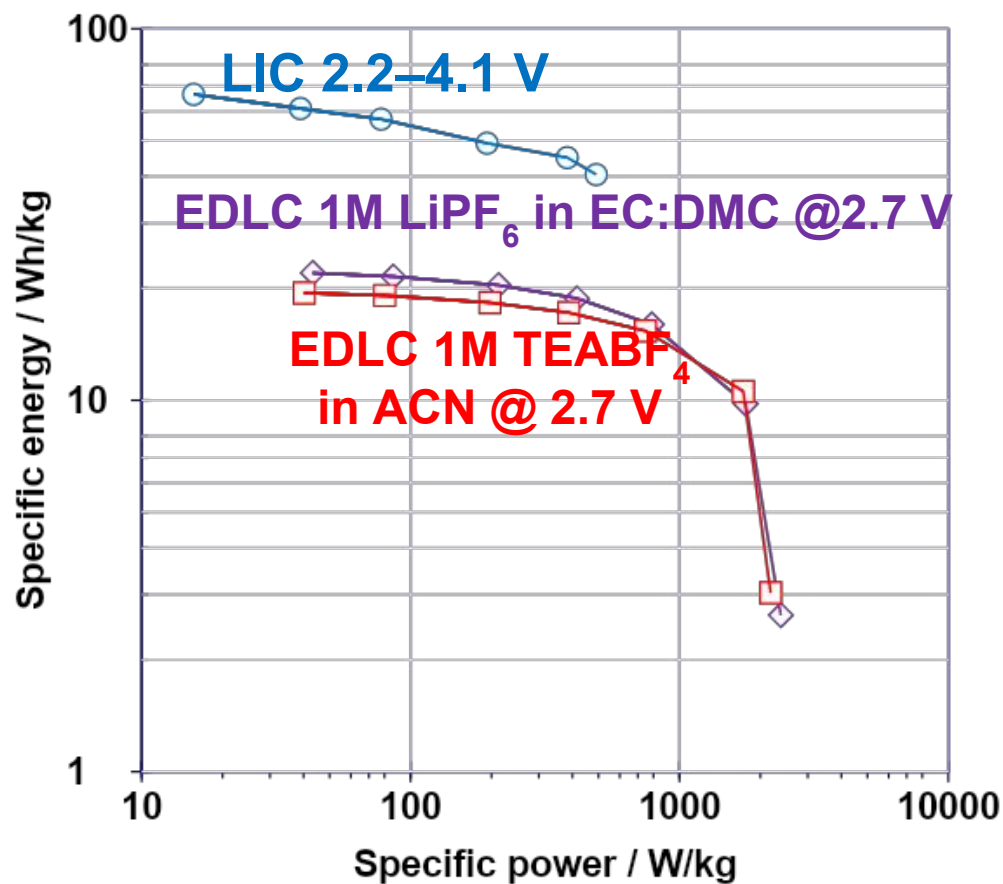
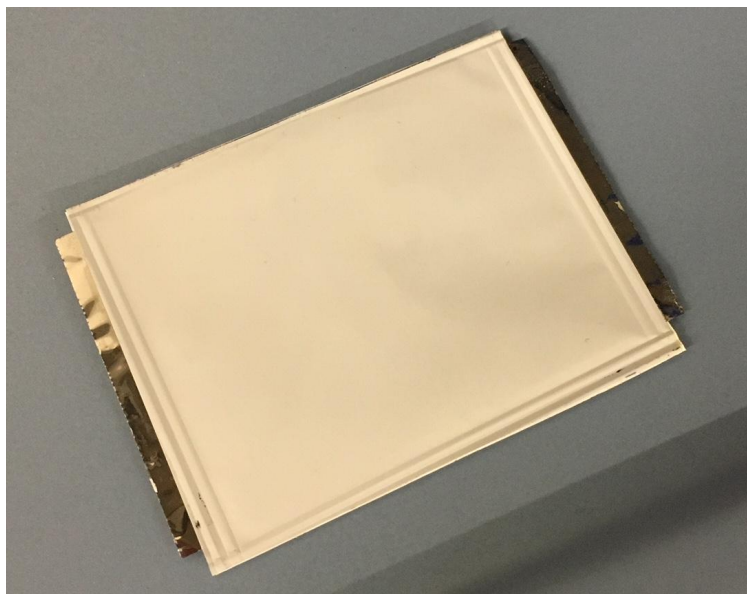


$$E = \frac{1}{2} C (U_{\max}^2 - U_{\min}^2)$$



Porównanie kondensatora hybrydowego LIC z innymi układami

Kondensator pryzmatyczny
wykonany
w Politechnice Poznańskiej
(25 F i 70 F)

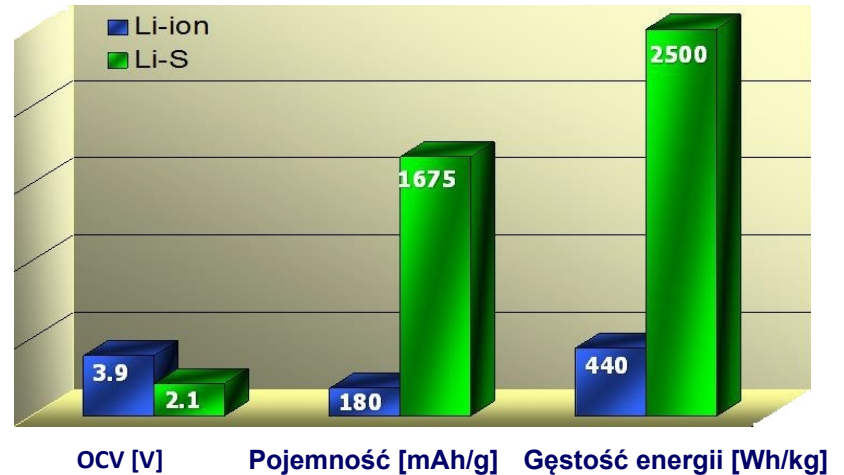
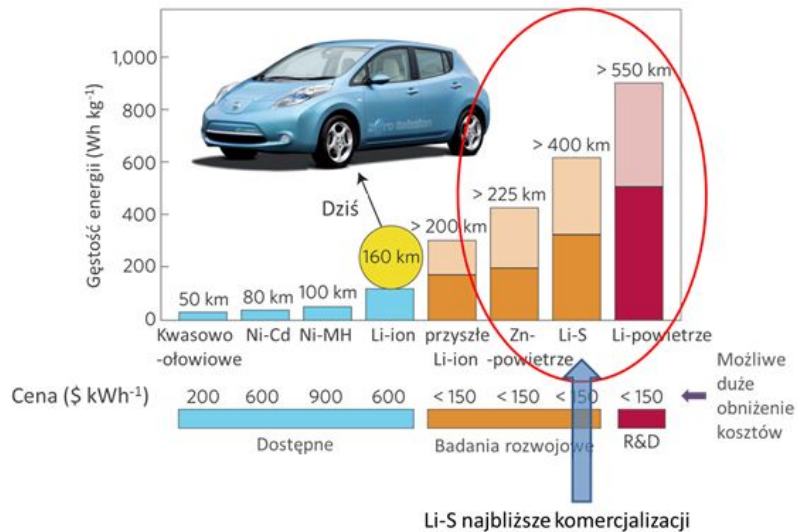


Ogniwa lit-siarka (Li-S)

- Lider – IMN CLAiO
- Jednostki uczestniczące – PW, UJ

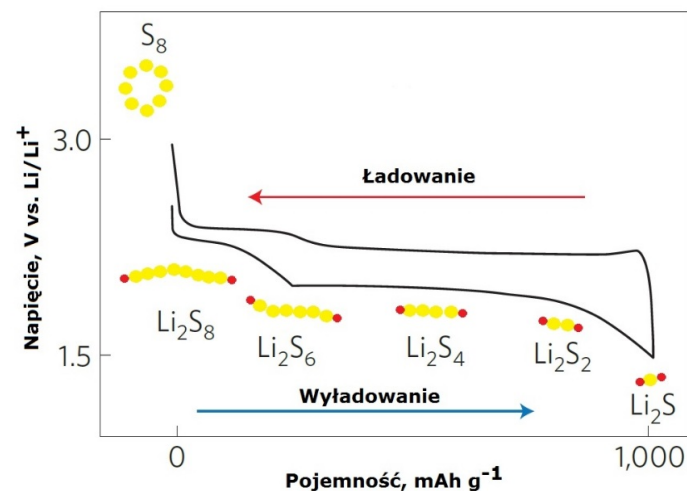
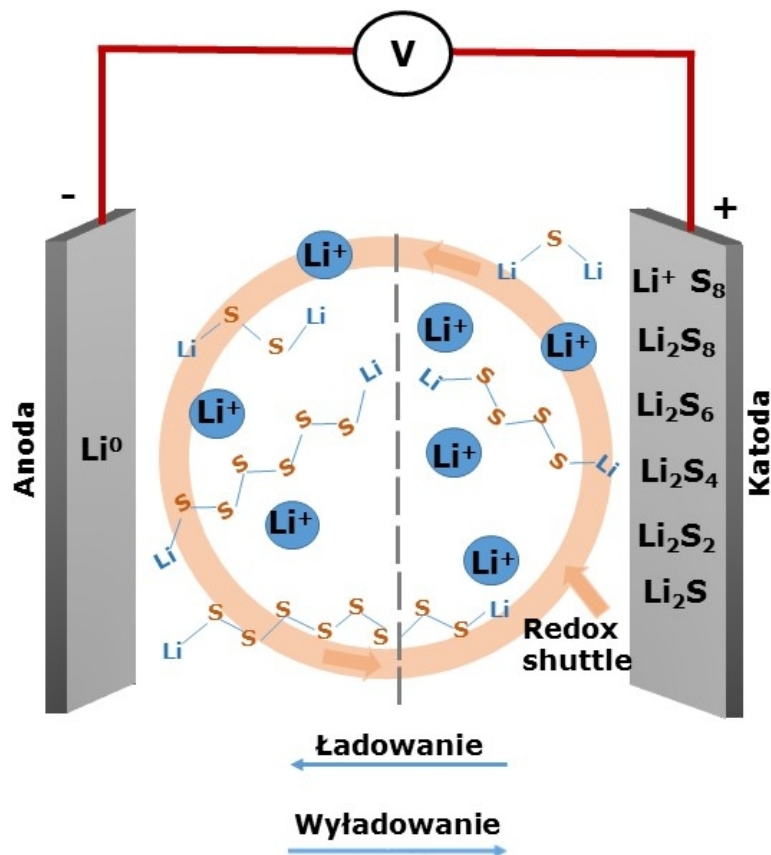
Pierwsze rozwiązania 9 lat

Dlaczego ogniwa Li-S?



Układ	Anoda	Katoda	Napięcie (V)	Poj. teoret. (mAh/g)	Energia teoret. (Wh/kg)
Ni-Cd	Cd	NiOOH	1.2	162	219
Ni-MH	MH alloy	NiOOH	1.2	~178	~240
Li-Ion	Li _x C ₆	Li _{1-x} CoO ₂	3.6	137 (for x=0.5)	360
Li-S	Li	S	2.1	1 675	2 600
Li-FeS ₂	Li	FeS ₂	1.5	893	1 273

Mechanizm działania ogniw Li-S



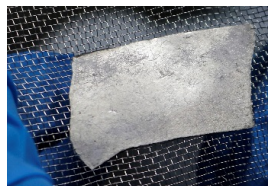
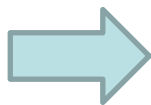
Plany na przyszłość



2016 r.

Li-S
Swagelok®

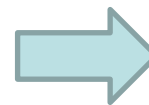
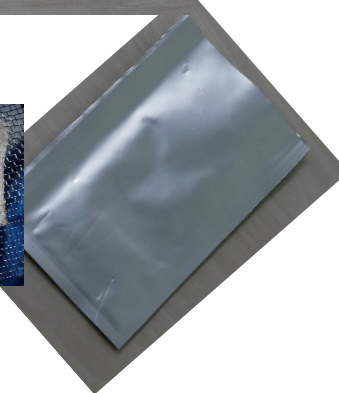
TRL 3



2018 r.

Modelowe ogniwo
Li-S typu „pouch”
50 cykli

TRL 5



2021 r.

Demonstrator
ogniwa Li-S
„pouch”
300 Wh/kg
10 Ah
300 cykli

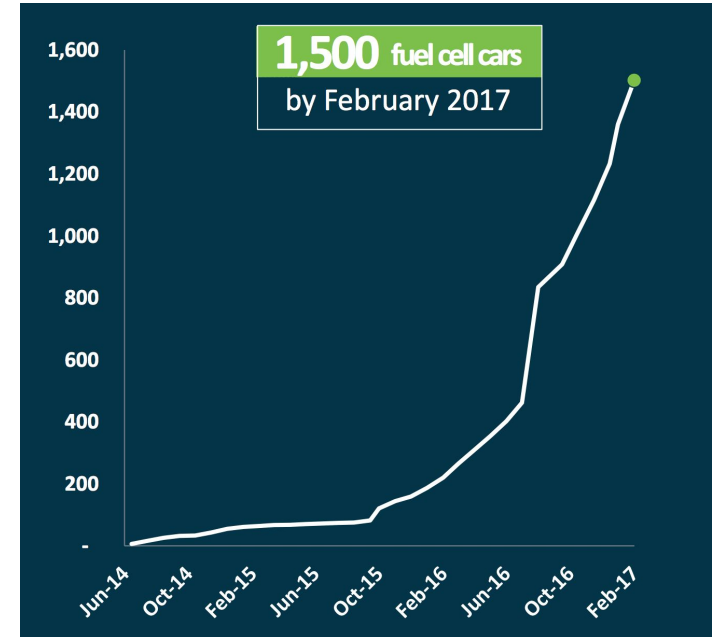
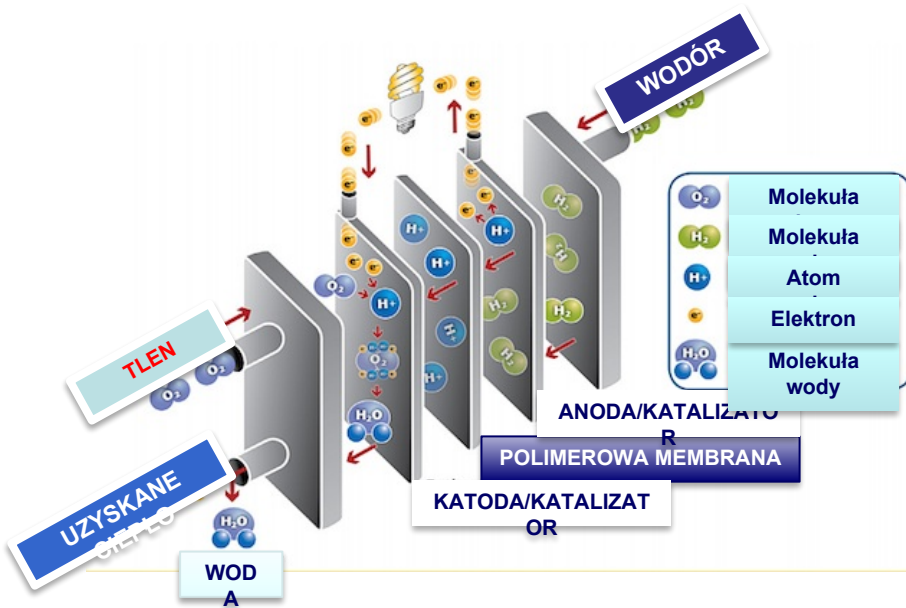
TRL 8

Ogniwa paliwowe

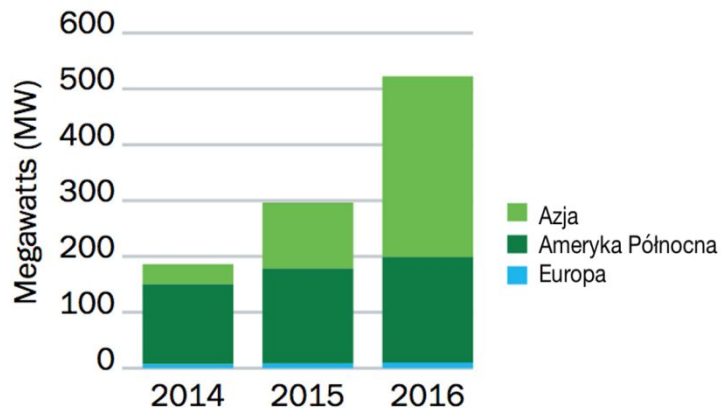
- Lider – PG
- Jednostki uczestniczące – PG, UW

Pierwsze rozwiązania 10 lat

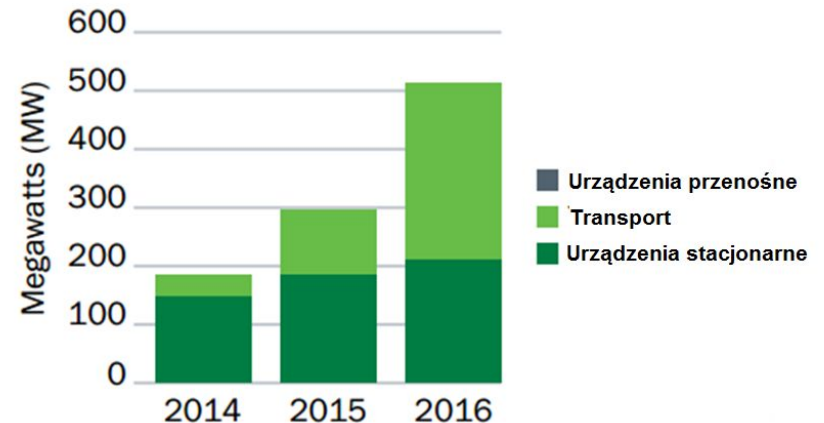
Ogniwa paliwowe



Dynamika sprzedaży samochodów zasilanych wodorowymi ogniwami paliwowymi



Moc dostarczonych ogniw paliwowych z podziałem na region produkcji



Ilość mocy (MW) dostarczonej dzięki ogniwom paliwowym (USA)

Tlenowo-wodorowe ogniwa paliwowe aktualne i przyszłe wyzwania

Kluczowe wyzwania w branży ogniw paliwowych:

Koszt platyny - badania i rozwój koncentrują się na zwiększeniu aktywności i wykorzystaniu obecnych katalizatorów metalicznych z grupy platynowców do zastosowań długoterminowych.

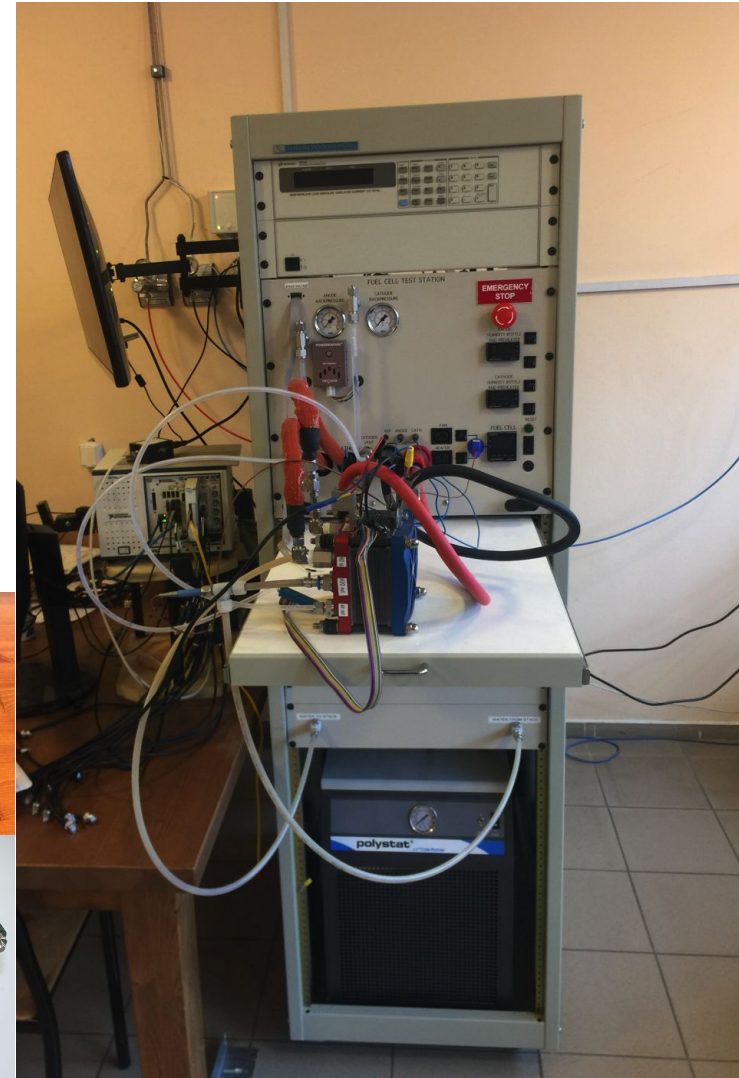
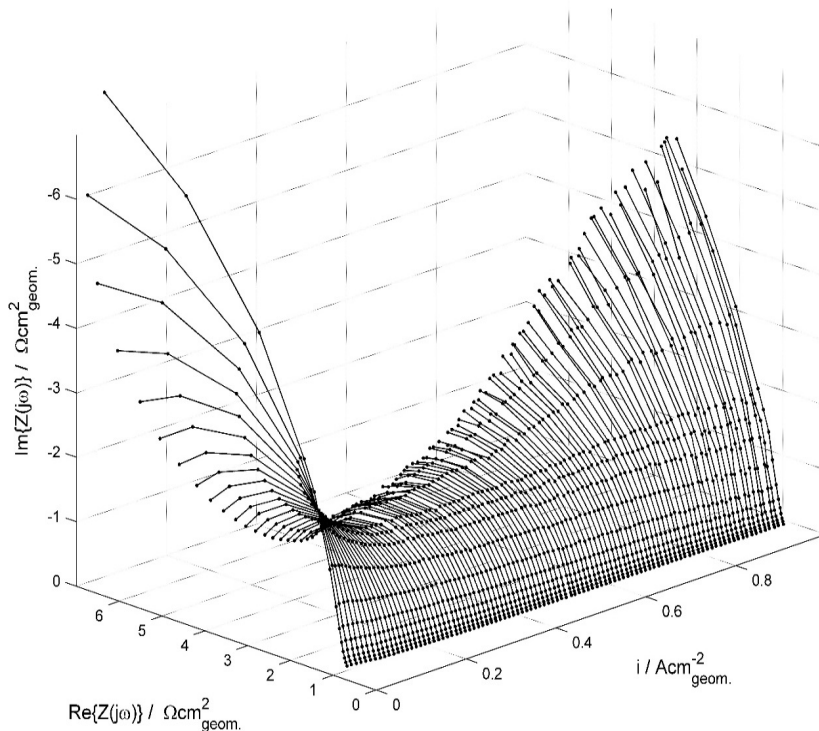
Wydajność - badania i rozwój koncentrują się na opracowaniu elektrolitów membranowych jonowymiennych o zwiększonej wydajności i wytrzymałości przy zmniejszonych kosztach; poprawa zespołów elektrod membranowych (MEA) poprzez integrację z najnowocześniejszymi komponentami MEA

Trwałość - kluczowym czynnikiem wydajności jest trwałość pod względem czasu życia ogniwa paliwowego, który spełni oczekiwania użytkowników. Współczynniki trwałości DOE dla stacjonarnych i transportowych ogniw paliwowych wynoszą odpowiednio 40 000 godzin i 5000 godzin w realistycznych warunkach pracy. Badania i rozwój koncentrują się na zrozumieniu mechanizmów degradacji ogniw paliwowych i opracowaniu materiałów i strategii, które je łagodzą.

Paliwo wodorowe – wodór pozyskiwany jest z różnych źródeł jednak aktualnie wielkotonażowa produkcja związana jest z przemysłem rafineryjnym

Zaplecze badawcze

- Stacja testowa wyprodukowana przez firmę Fuel Cell Technologies
- Możliwość badania ogniw obciążanych do 240A o mocy do 1,2 kW
- Pełne zaplecze aparaturowe i kadrowe do badania ogniw paliwowych
- Unikalne w skali światowej systemy pomiarowe



Ogniwa wyprodukowane przez ZSW. Stos ogniw składający się z 10 ciek o łącznej mocy ok. 0.5 kW. Powierzchnia MEA pojedynczej celki – 96 cm^2 – prąd do 120A ($1,2 \text{ A/cm}^2$)

Rozwój automobilizmu związanego z ogniwami paliwowymi w Polsce uwarunkowany jest rozbudowa sieci paliwowych stacji wodorowych
Producenci wodoru PKN ORLEN i Grupa LOTOS posiadają własne sieci stacji paliwowych

- **LOTOS buduje instalację produkcji wodoru**
- **ORLEN wybudował pierwszą stację poboru wodoru w Niemczech**

OFERTA:

- **Ocena produkowanego w Polsce wodoru jako potencjalnego paliwa do ogniw paliwowych obejmująca wpływ zanieczyszczeń wodoru (np. metanu i innych zanieczyszczeń) na żywotność i wydajność komercyjnych ogniw paliwowych**
- **Ocena destrukcji ogniw paliwowych**
- **Efektywne katalizatory redukcji tlenu**

Podsumowanie

- Nowoczesne ogniwa stają się **produktem strategicznym** w skali Kraju
- Konieczne jest zintegrowanie wysiłków badawczych z rzeczywistymi (bieżącymi i przyszłymi) potrzebami rynku, producentami w celu **uniezależnienia produktowego**
- W Polsce istnieją prężne ośrodki badawcze **posiadające potencjał badawczo-rozwojowy** w obszarze chemicznych źródeł prądu
- Niezbędnym jest **przeniesienie skali badań do poziomu demonstratorów** konkretnych ogniw

Podsumowanie

Propozycja docelowej formy prawnej Konsorcjum – spółki celowe – produktowe

- Spółki celowe powoływane w celu rozwoju i komercjalizacji danego produktu/technologii
- Proponowana struktura właścicielska spółki celowej:
 - wspólnik merytoryczny: uczelnie, spółki spin-off – wnoszący technologię i know-how
 - wspólnik kapitałowy: agencje rządowe, spółki Skarbu Państwa, inwestor branżowy – wnoszący instrument finansowy

Finansowanie – koszty początkowe + stałe finansowanie przez 10 lat (Szacowane koszty działalności konsorcjum gwarantujące osiągnięcie założonych celów to 300 mln PLN na 10 lat, z czego 50-60 mln PLN to koszty początkowe)

Podsumowanie

Finansowanie prac badawczo-rozwojowych w innych krajach

- **Francja – sieć RS2E:**
 - 17 organizacji naukowych i 16 partnerów przemysłowych (m.in. Airbus, Renault, Saft, Total)
 - Infrastruktura:
 - wybudowano nowoczesne laboratorium – 100 mln EUR
 - wyposażenie laboratorium – 40 mln EUR
 - Gwarantowane (rząd + przemysł + regiony) 10-letnie finansowanie działania konsorcjum – taki jest przewidywany czas dojścia do fazy produkcyjnej
- **USA:**
 - Granty Departamentu Energii dedykowane konkretnym rozwiązaniom – 20 mln USD na 3 lata



Dziękujemy za uwagę!