Projekt ROBOMINERS - przyszłość efektywnego górnictwa

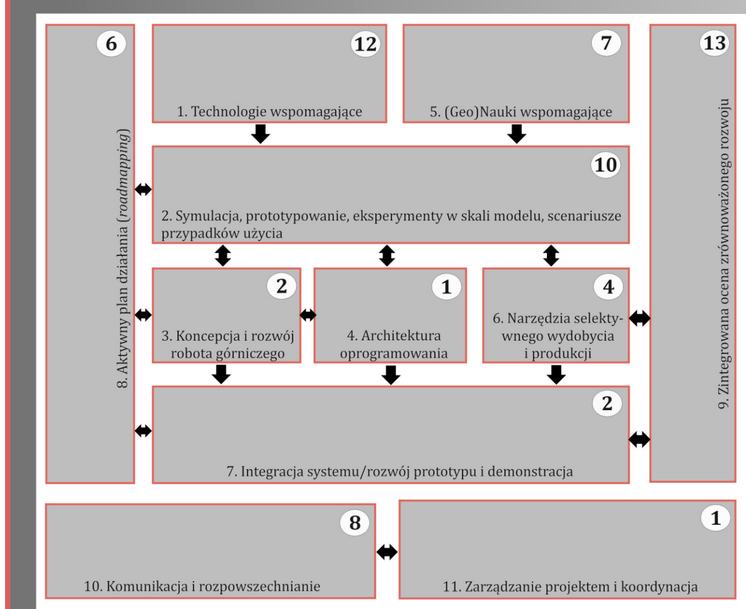
Alicja KOT-NIEWIADOMSKA
a.kn@min-pan.krakow.pl

Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią
Pracownia Polityki Surowcowej

PROJEKT ROBOMINERS realizowany jest jako zwycięska propozycja konkursowa w obrębie filaru "Wyzwania społeczne" część "Działania w dziedzinie klimatu, środowisko, efektywne gospodarowanie zasobami i surowcami mineralnymi" (ang. "Societal Challenges"; "Climate action, environment, resource efficiency and raw materials") **Programu Horyzont 2020.** Jest to zadanie SC5-09-2018-2019 – "Nowe rozwiązania dla zrównoważonej produkcji surowców mineralnych" (ang. "New solutions for the sustainable production of raw materials"). Zgodnie z założeniami programu są to działania wspierające politykę surowcową, szczególnie w zakresie poprawy świadomości społecznej, akceptacji i zaufania do zrównoważonej produkcji surowców. Wypracowana w ramach projektu technologia ułatwi krajom Unii Europejskiej dostęp do trudnodostępnych i/lub do tej pory nieopłacalnych ekonomicznie źródeł surowców mineralnych, w tym surowców krytycznych. Projekt wpisuje się zatem w założenia European Innovation Partnership (EIP) of Raw Materials oraz wykazuje silny związek z Raw Materials Information System (RMIS).

Międzynarodowe **konsorcjum** projektu ROBOMINERS składa się z 14 instytucji z 11 krajów Unii Europejskiej. Koordynatorem projektu jest Centrum Automatyki i Robotyki przynależne do Politechniki w Madrycie . Z ramienia Polski występuje **Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN z Krakowa**. Projekt korzysta z bogatego doświadczenia licznych partnerów reprezentujących jednostki naukowo-badawcze, przedsiębiorstwa z grupy małych i średnich, w tym przedsiębiorstwa górnicze oraz instytucje rządowe i pozarządowe. Projekt łączy w sobie interdyscyplinarne zagadnienia z pogranicza zaawansowanej robotyki, mechatroniki i inżynierii górniczej, ale również górnictwa i geologii oraz szeroko pojętej geologii gospodarczej.

Program Horyzont2020: „Raw materials policy support actions"
Koordynator projektu: Technical University of Madrid
Konsorcjum: 14 partnerów z 11 krajów UE
Okres realizacji: 48 miesięcy (2019-2023)
Budżet: 7,44 mln Euro



1. Technical University of Madrid (Hiszpania)
2. Tampere University of Applied Science (Finalndia)
3. Leoben University (Austria)
4. Royal Belgian Institute of Natural Sciences (Belgia)
5. Assimagra (Portugalia)
6. La Palma Research Centre for Future Studies (Hiszpania)
7. University of Miskolc (Węgry)
8. European Federation of Geologists (Belgia)
9. Geological Survey Of Slovenia (Słovenia)
10. Resources Computing International Ltd (Wielka Brytania)
11. Geo-Montan Ltd. (Węgry)
12. Tallinn University of Technology (Estonia)
13. Mineral and Energy Economy Research Insitute (Polska)
14. K-UTEC Salt Technologies (Niemcy)

(1) lider pakietu roboczego (WP)

CEL PROJEKTU

Celem programu jest stworzenie robota górniczego,inspirowanego cechami biologicznycznymi i zdolnego do pracy w zalanych kopalniach podziemnych.

W trakcie trwania projektu konsorcjum dąży w szczególności do:

- skonstruowania w pełni funkcjonalnego, **modułowego, prototypu ROBOTA (1) inspirowanego cechami biologicznymi, zdolnego do samodzielnej nawigacji i selektywnego wydobycia** również w zalanych kopalniach;

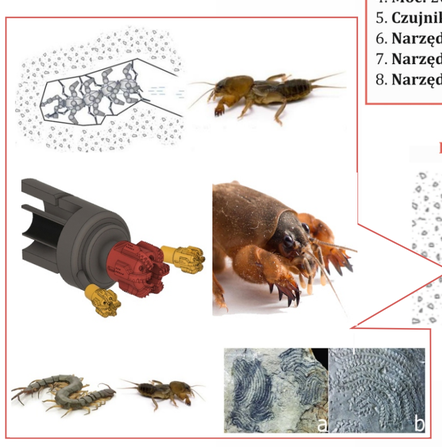
- **zaprojektowanie EKOSYSTEMU GÓRNICZEGO (2)** dla różnych scenariuszy;

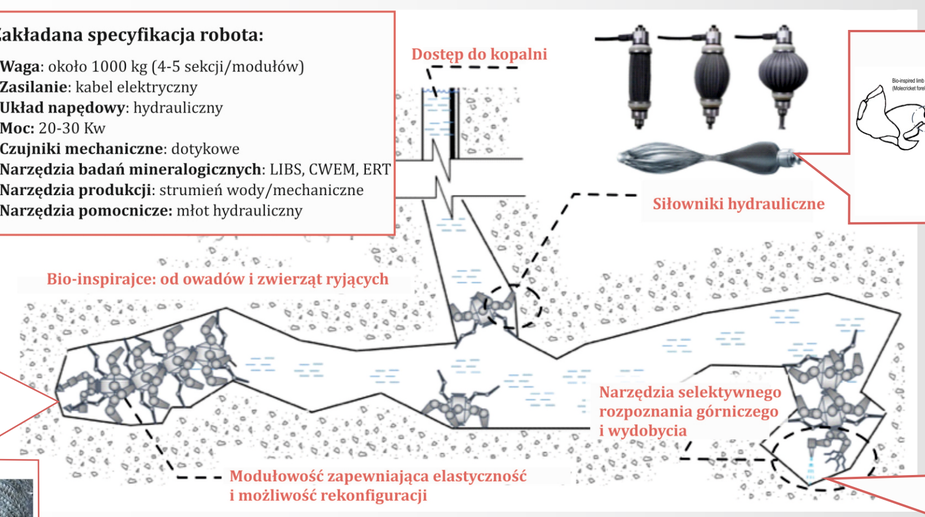
- **sprawdzenie poprawności kluczowych funkcji robota** do poziomu gotowości technologicznej;

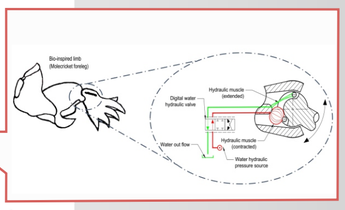
- **wykorzystanie prototypu do badania i postępu przyszłych wyzwań badawczych** przede wszystkim jego odporności, możliwości rekonfiguracji i , samonaprawy, pracy w trudnych warunkach, selektywnego wydobycia i metod produkcji.

Zakładana specyfikacja robota:

1. **Waga**: około 1000 kg (4-5 sekcji/modułów)
2. **Zasilanie**: kabel elektryczny
3. **Układ napędowy**: hydrauliczny
4. **Moc:** 20-30 Kw
5. **Czujniki mechaniczne**: dotykowe
6. **Narzędzia badań mineralogicznych**: LIBS, CWEM, ERT
7. **Narzędzia produkcji**: strumień wody/mechaniczne
8. **Narzędzia pomocnicze:** młot hydrauliczny

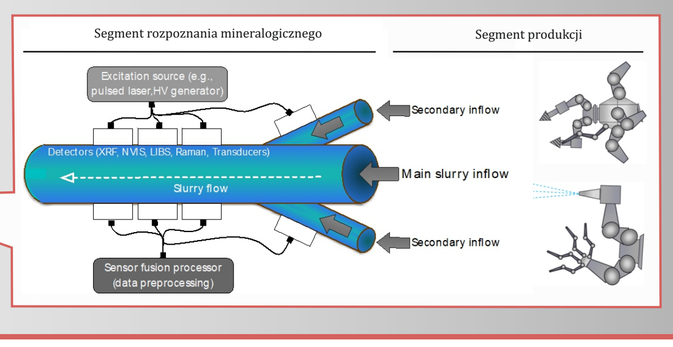


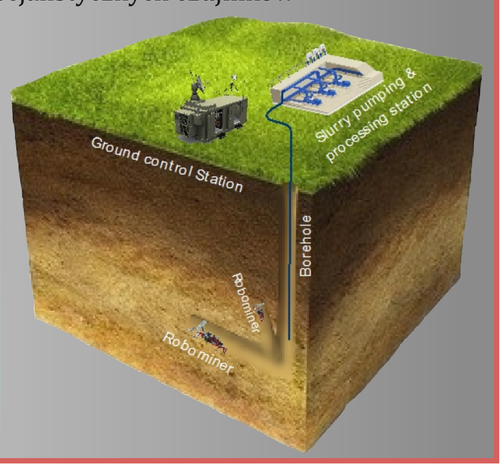




OGÓLNA KONCEPCJA PROTOTYPU ROBOTA (1)

1. Moduły transportowane w głąb złoża za pomocą otworu wiertniczego
2. Samoistne połączenie do w pełni funkcjonalnego robota
3. Wykrywanie rudy przy użyciu specjalistycznych czujników
4. Selektywna eksploatacja
5. Możliwość rekonfiguracji



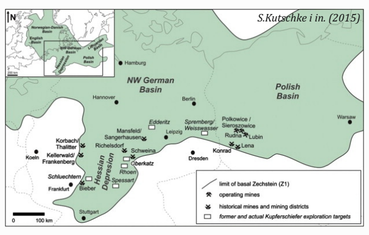


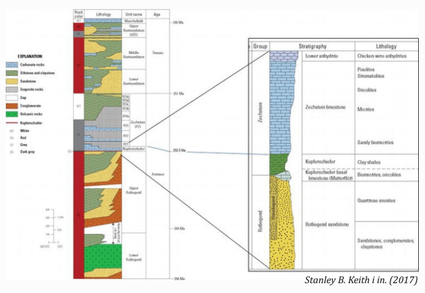
1. Złoża zaniechane (w tym zalane kopalnie)

Wiele spośród zamkniętych kopalń w Europie nadal zawiera cenne surowce mineralne, które zostały pominięte w okresie eksploatacji kopalni (np. Ge w niektórych kopalniach Pb-Zn) i które są obecnie uważane za „pierwiastki krytyczne". Zaniechanie eksploatacji było zwykle związane z wyzwaniami ekonomicznymi, środowiskowymi i technologicznymi (np. koszty odwadniania kopalni), a nie z wyczerpaniem się zasobów. Obecnie rośnie zainteresowanie ponownym uruchomieniem niektórych z nich.

Kopalnia Bottalack (Kornwalia, Wielka Brytania) - *jedna największych kopalń Sn i Cu (oraz As) w Europie na przełomie XVIII i XIX wieku. W kopalni Botallack zamkniętej w 1914 roku z powodu załamania cen metali, pozostała sztolnia sięgająca 500 metrów pod powierzchnię i tunele ciągnące się 400 metrów od brzegu pod dnem oceanu.*

2. Złoża ultragłębokie

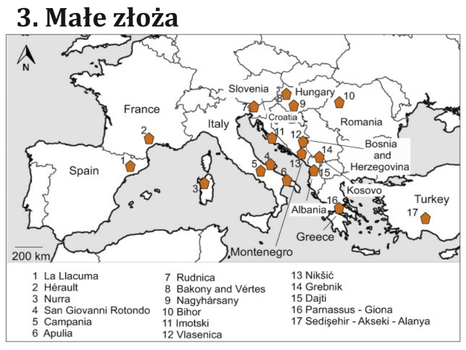


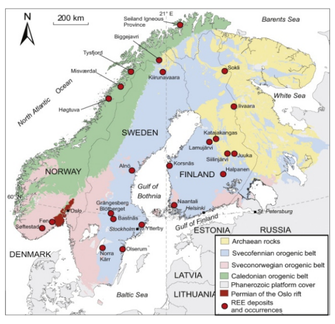


W Europie istnieją fizyczne, technologiczne i ekonomiczne bariery w dostępie do złóż położonych na dużych głębokościach. Wszystko co znajduje się poniżej 3000 m. jest poza zakresem prac poszukiwawczych i eksploatacyjnych. Z najnowszych modeli geologicznych 3D i 4D wiadomo jednak, że w większości pasm metalogenicznych w Europie, mineralizacje wielu typów są kontynuowane do tych właśnie głębokości.

*Proponowaną technologię można zastosować do eksploatacji **formacji Kupferschiefer (łupek miedzionośny)**. Są to stratoidalne złoża Cu, Pb i Zn, zawierające również szereg innych metali, takich jak: **V, Mo, U, Ag, As, Sb, Hg, Bi, Se, Cd, Tl, Au, Re, platynowce**. Formacja rozciąga się niemalże w całej północno-środkowej Europie, a jej miąższość waha się od 0,3 do 4 m.*

3. Małe złoża





Proponowana metoda eksploatacji ma niewielkie wymagania w zakresie infrastruktury kopalnianej i gwarantuje minimalny wpływ na środowisko. W związku z tym może mieć zastosowanie do **złóż małych, ale wysokiej jakości**, których eksploatacja metodami konwencjonalnymi nie jest opłacalna. Typowym tego przykładem jest **mineralizacja żyłowa**, gdzie grubość żył waha się od kilku mm do kilku m.,a zasięg głębokościowy sięgać może kilku km, często przy bardzo zróżnicowanym składzie mineralnym.

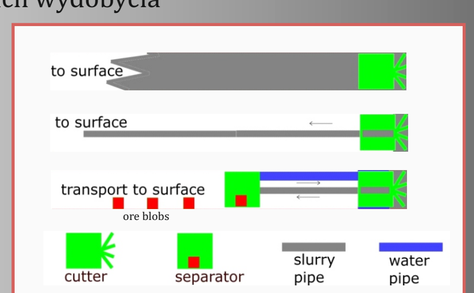
*Odpowiednim przykładem są złoża wzbogacone w **pierwiastki ziem rzadkich (REE)**, aktualnie uznane za pierwiastki krytyczne dla gospodarki UE. Wysoka mineralizacje REE (1-10%) związana jest z alkalicznymi skałami magmowymi, głównie **karbonatytami**.*

GÓRNICZY EKOSYSTEM (2)

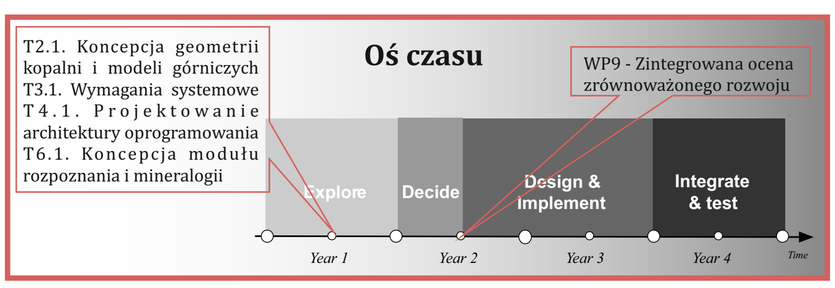
1. Potrzeba wypracowania nowego podejścia do strategii wydobycia i projektowania kopalni.
2. Badanie i symulacja różnych komponentów systemu w przyszłych (zróżnicowanych) scenariuszach wydobycia
3. Wirtualizacja środowiska dla całej operacji wydobywczej, z uwzględnieniem:
- metody wiercenia,
- procedury rozpoznawania minerałów,
- możliwości przetwarzania i transportu surowca,
- możliwości zasilania,
- projektu kopalni i jej geometrii,

4. Zintegrowana ocena zrównoważonego rozwoju, w tym m.in.: (zadanie IGSMiE PAN)
- analizy makro i mikroekonomiczne dla rynku surowców pozyskanych z użyciem proponowanej technologii
- ocena oddziaływania na środowisko proponowanej technologii
- aspekty społecznej akceptacji nowej technologii

5. Wykaz złóż w obrębie UE, dla których istnieje możliwość zastosowania technologii ROBOMINERS



Oś czasu



XXIX Konferencja
Aktualia i perspektywy gospodarki surowcami mineralnymi

6-8 Listopada 2019; Rytro

Poster został sfinansowany z projektu ROBOMINERS, numer umowy 820971