



REMIX
Interreg Europe



European Union
European Regional
Development Fund

**TUNGSTEN – wydobywanie rudy
wolframu na przykładzie Kopalni
Panasqueira**

Urząd Marszałkowski Województwa Dolnośląskiego
Wydział Geologii

1 marca 2019 r. | Spotkanie regionalne grupy interesariuszy

Właściwości i zastosowanie wolframu

Właściwości:

- wysoka temperatura topnienia 3422 °C
- niska prężność pary (temp. wrzenia powyżej 5600 °C)
- dobra przewodność elektryczna i ciepła,
- wysoka gęstość i moduł sprężystości
- współczynnik rozszerzalności termicznej zbliżony do szkła zwykłego i kwarcowego,
- szeroki zakres promieniowania w widmie widzialnym,
- duża wydajność promieniowania rentgenowskiego.

Minerały wolframu:

- Wolframit $(Fe,Mn)WO_4$
- Szelit $CaWO_4$



Zastosowanie:

- jako dodatek do stopów wysokogatunkowej stali, do wyrobu materiałów ściernych, do produkcji koronek wiertniczych;
- w technologii oświetleniowej – jako włókno w różnego typu lampach, m.in. halogenowych, łukowych itd.
- w technologii elektrycznej i elektronicznej: jako tranzystory, diody.
- w technologii wysokotemperaturowej: elementy strukturalne, ściany reaktorów, elementy termopar
- w technologii promieniowania przenikliwego: jako anody, pojemniki na materiały radioaktywne, elementy osłon radiacyjnych)
- w przemyśle chemicznym jako elektrody, dysze, tygle oraz materiał konstrukcyjny.
- W technologii kosmicznej: dysze raket, reaktory nuklearne pojazdów.
- **w technice wojskowej: rdzenie pocisków przeciwpancernych, dysze w raketach, pancerze.**



Zarys historyczny

Sytuacja polityczna Portugalii podczas II wojny światowej

Export rud portugalskiego wolframu w latach 1940-1944

Rok	Eksport całkowity (w tonach)	Główni odbiorcy oraz ilość zakupionego wolframu (w tonach)
1940	3443	Wielka Brytania (1783) Stany Zjednoczone (768) Francja (540) III Rzesza (185)
1941	5235	Wielka Brytania (2363) III Rzesza (1814) Stany Zjednoczone (848)
1942	4801	Wielka Brytania (2589) III Rzesza (2169) Włochy (43)
1943	6669	Wielka Brytania (5321) III Rzesza (1342)
1944	2688	Wielka Brytania (1987) III Rzesza (70)

- Wzrost znaczenia wolframu po wybuchy II wojny światowej; obie strony konfliktu zainteresowane importem surowca, który wykorzystywano jako dodatek do produkcji stali, do wytwarzania pocisków i osłon przeciwpancernych.
- Przez cały okres II wojny światowej największym eksporterem wolframu była Wielka Brytania, drugie zaś miejsce – od 1941 r. – przypadło III Rzeszy.
- Bliskie relacje handlowe na linii Lizbona-Berlin były ciągłym powodem konfliktów między Portugalią a Wielką Brytanią. Z drugiej strony – Niemcy, na wypadek przerwania dostaw, grozili Portugalczykom zatopieniem ich statków, a tym samym paraliżem żeglugi i całego życia ekonomicznego.
- Wydobycie i eksport wolframu miały wpływ na gospodarkę i życie społeczne Portugalii. Zyski z handlu stabilizowały sytuację finansową kraju.
- Intensywna eksploatacja złóż rud wolframu skutkowałą wypadkami górniczymi, epidemiami wśród pracowników (tyfus), wzrostem chorób zawodowych (choroba krzemowa). Poważny problem stanowiły także konflikty między reprezentantami „interesów górniczych” a właścicielami ziemi z terenów eksploatacji złóż. Wydobycie wolframu powodowało bowiem zniszczenie wcześniej istniejących upraw, straty w rolniczej działalności zbożowo-hodowlanej, zanieczyszczenie wody.

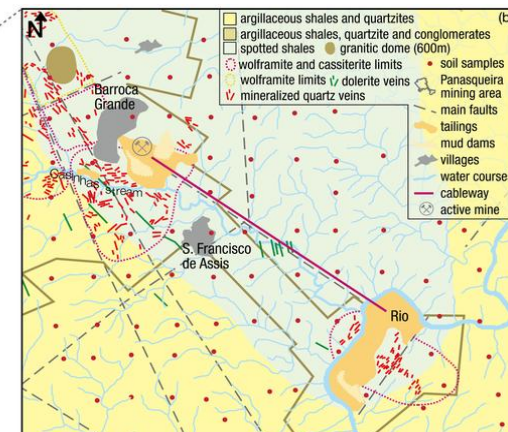
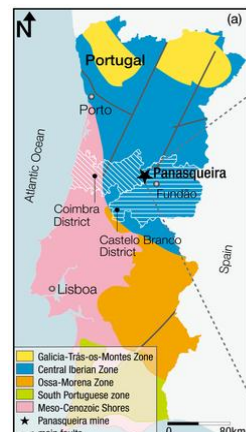
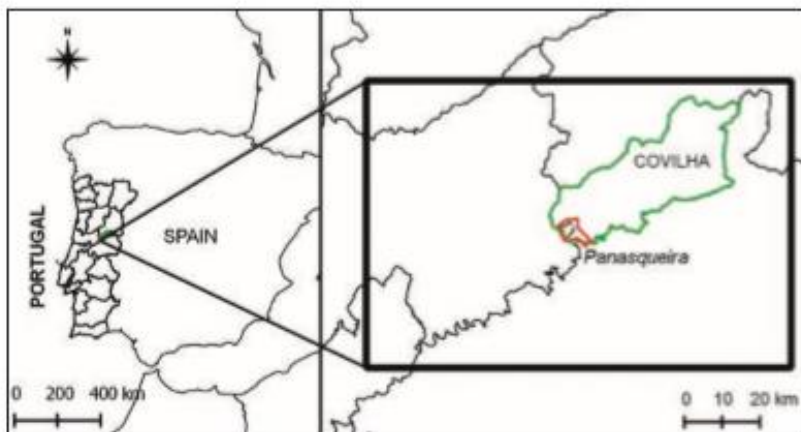
Kopalnia Panasqueira



Kopalnia Panasqueira – kompleks wydobywczy

Sojitz Beralt Tin & Wolfram (Portugalia) S.A. (SBT & W) jest własnością japońskiej firmy **Sojitz Corporation**

- kopalnia zlokalizowana jest w miejscowości Barroca Grande w gminie Covilha w Dystrykcie Castelo Branco, na południu pasma górskiego Serra da Estrela, ok. 300 km na północny-wschód od stolicy Portugalii - Lizbony i ok. 200 km od miasta portowego Porto;
- najstarsza firma zajmująca się wydobywaniem złóż w Portugalii – założona w 1896 r.
- jedna z największych kopalni wolframu na świecie
- koncesja na wydobycie nazywana jest "Kontraktem poszukiwawczym C-18" zajmuje powierzchnię 1913 ha.
- kopalnia jest największym lokalnym pracodawcą, zatrudniającym około 300 pracowników. Robotnicy mieszkają głównie w okolicznych wsiach, takich jak: Barroca Grande
- w czasie II wojny światowej w kopalni pracowało około 10 000 osób.

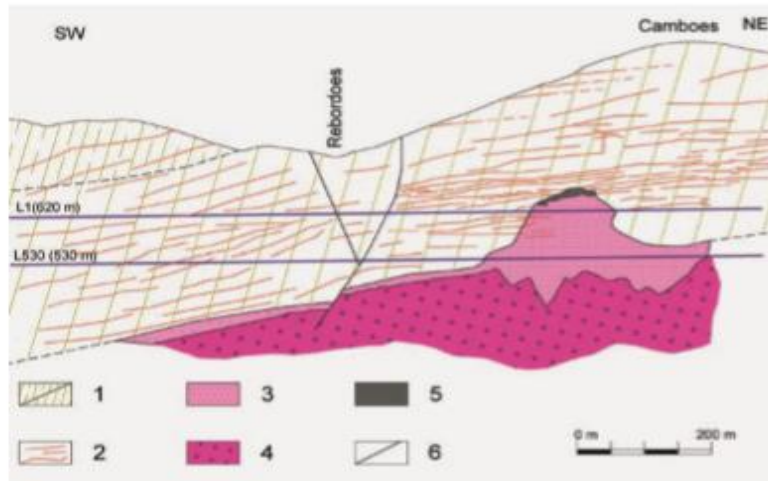


Lokalizacja koncesji wydobywczej Panasqueira (www.itia.info)

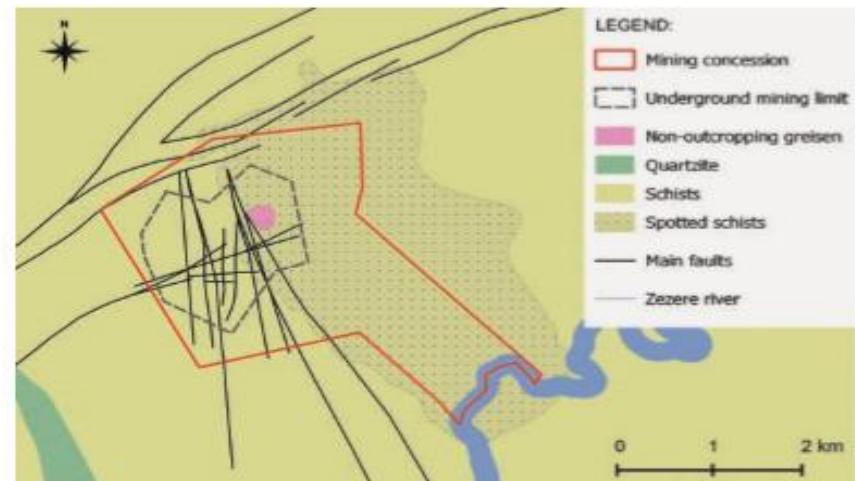
a) Mapa Portugalii pokazująca lokalizację obszaru górniczego Panasqueira; b) szczegółowe dane dotyczące obszaru badań, oraz głównych jednostek geologicznych (https://www.researchgate.net/figure/a-Synthetic-map-of-Portugal-showing-the-location-of-Panasqueira-mining-area-b_fig1_266237778)

złoże rud wolframu

- Złoże typu W-Sn-Cu, zlokalizowane jest w Centralnej Strefie Iberyjskiej Paleozoicznego Masywu Iberyjskiego;
- złoże Panasqueira - jest złożem typu żyłowego składające się sub-poziomych hydrotermalnych żył kwarcowych, wyróżniających się wielkością i obfitością paragenezy mineralnej. Średnia grubość żył wynosi 0,3 m (zakres od 0,1 m do 1,0 m);
- najważniejszym pierwiastkiem pod względem ekonomicznym jest wolfram (wolframit);
- cyna (kasyteryt) i miedź (chalkopiryt) są produktami ubocznymi eksploatacji;
- pozostałe minerały: muskowit, topaz, fluoryt, arsenopiryt, piryt, markasyt, sfaleryt, syderyt, kalcyt i dolomit.

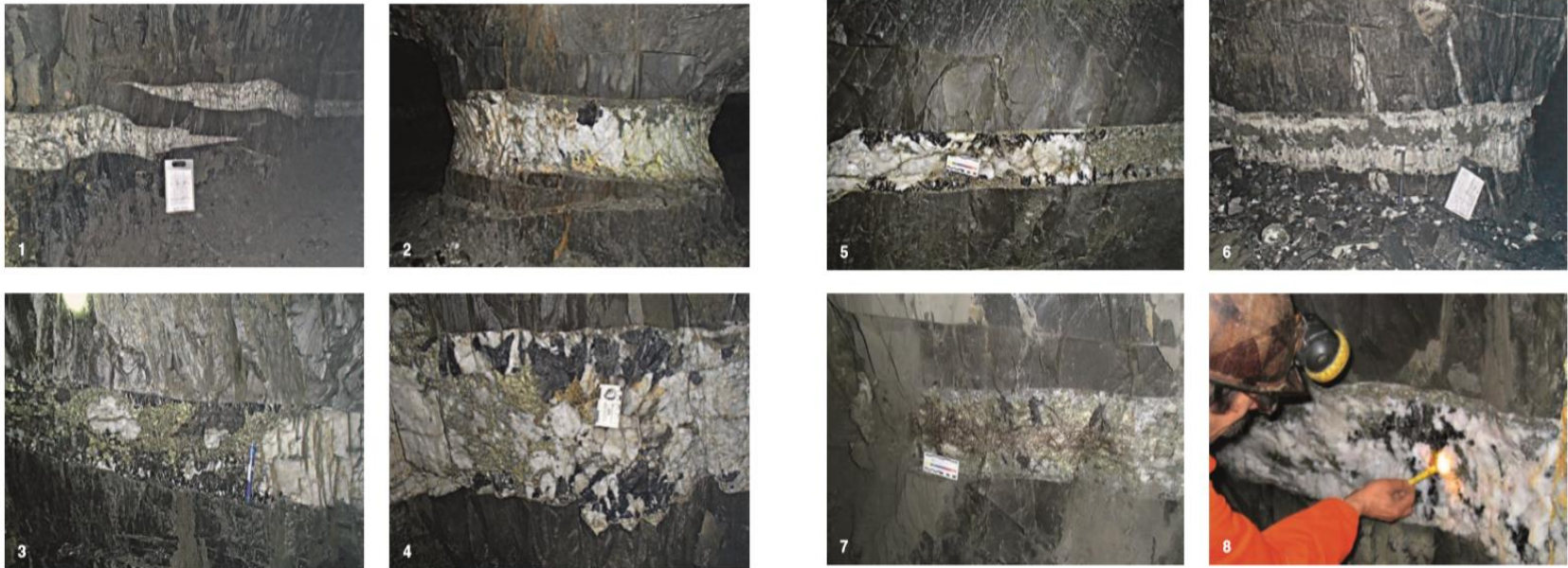


Schematic section (along panel 4) of the non-outcropping greisenized two-mica granite of Panasqueira. (1) Shists/spotted schist; (2) Quartz veins; (3) Greisen; (4) Two-mica granite; (5) Silica cap; and, (6) Main fault.



Forma występowania

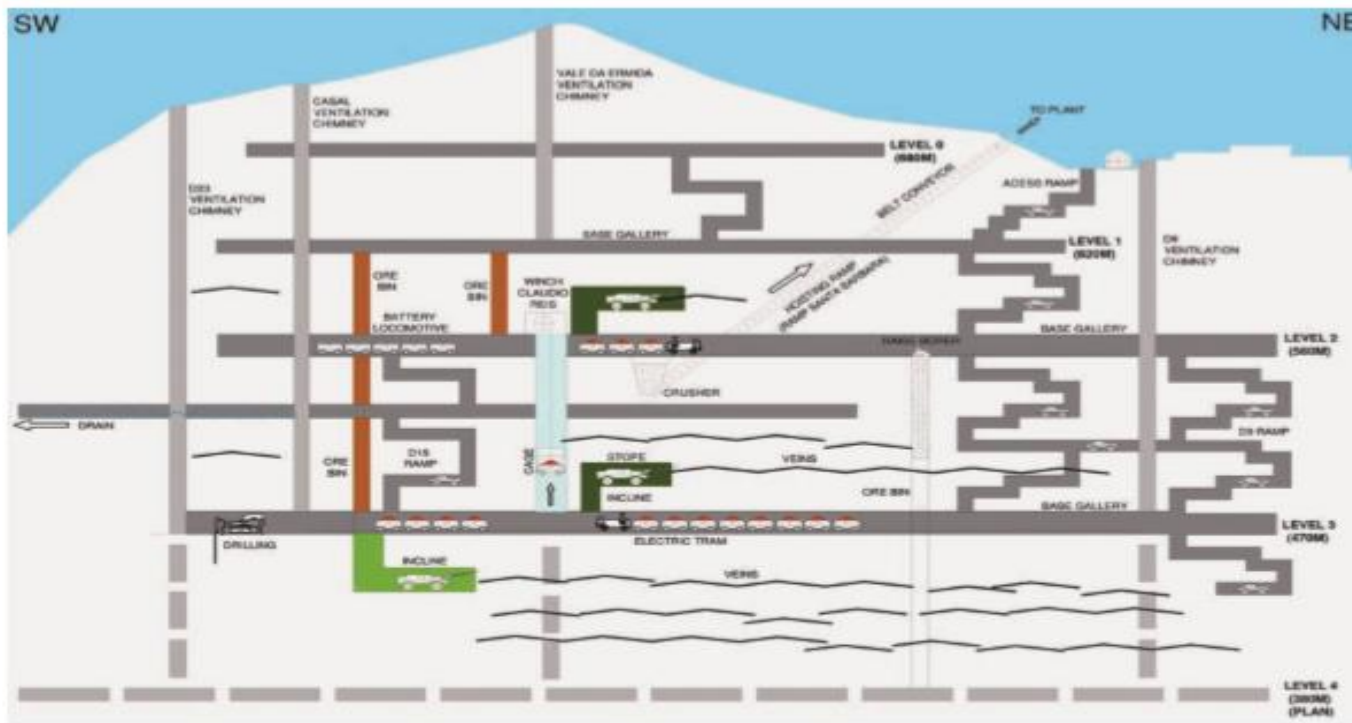
Żyły kwarcowe z mineralizacją wolframitu, syderytu i chalkopirytu



Sequence of sub-horizontal quartz mineralized veins: (1) Typical heal-tail morphology of the quartz veins; (2) 3 x 3 pillar with wolframite nugget; (3) Highly mineralized quartz vein with wolframite in the hanging and footwall, with sulphide rich central zone; (4) Thick vein of quartz with coarse wolframite, siderite and sulphides; (5) Crystals of wolframite growing perpendicular to the walls; (6) Sulphide rich quartz vein in the central zone; (7) Massif sulphide vein (arsenopyrite, chalcopyrite and pyrrhotite) with wolframite; and (8) Specialized miner measuring the wolframite crystals area for grade control.

Schematyczny przekrój kopalni

- Eksploatacja rudy odbywa się wyłącznie systemem podziemnym, w oparciu o 4 poziomy wydobywcze (poziom 0-3)



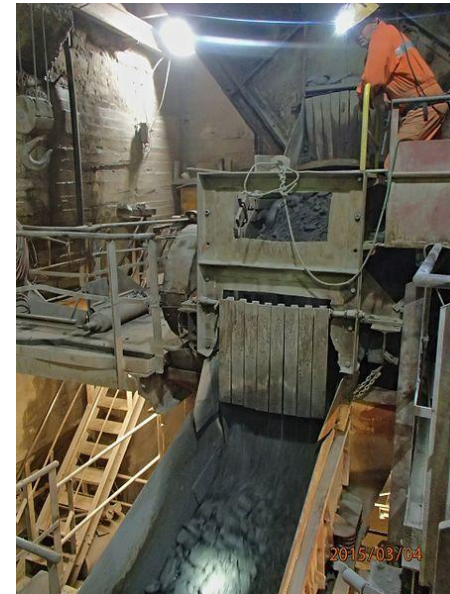
Operation map scheme. Four main levels (dark grey) connected by ramps. Water drainage level (530 m) between level 2 (560 m) and level 3 (470 m). Ore bin connecting base levels (orange). Level 3 ore transported for level 2 by vertical winch (light blue). Stope advancing between base levels (dark green) and exploration galleries (incline on light green) following sub horizontal veins. Main crusher under level 2 base connecting the plant by Santa Barbara hoisting ramp (red dots). Four main surface ventilation chimneys.

Schematyczny przekrój kopalni: kolor ciemno szary- poziomy wydobywcze połączone rampami; poziom odwodnienia 560m; kolor pomarańczowy-połączenie poziomów bazowych; kolor jasnoniebieski-wyciągarka pionowa łącząca poziom 2 i poziom 3; ciemnozielony-nowe chodniki wydobywcze pomiędzy głównymi poziomami; jasnozielony-galerie poszukiwawcze; czerwone kropki- kruszarka główna poniżej poziomu 2 łącząca zakład przez rampę wyciągową Santa Barbara.

(<https://www.intia.info>)

Wydobycie w Kopalni Panasqueira

- W latach 1934 – 2017 r. wydobyto **41 000 000 ton rudy**, z której wyprodukowano:
 - 129 200 ton koncentratu WO₃
 - 6 000 ton koncentratu Sn
 - 32 800 ton koncentratu Cu
- Dane z 2017 r.
 - Wydobyto 730 000 ton urobku,
 - 728 000 ton stanowi odpad
 - 665 000 ton gruboziarnistego odpadu (materiał obojętny)
 - 31 000 ton odpadu gruboziarnistego sprzedano jako kruszywo do robót budowlanych



Mine operations: (1) Raise-borer; (2) Low profile loader; and (3) Jumbo.

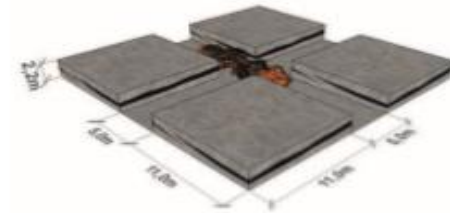
Metoda wydobywania w kopalni

- Metoda komorowo-słupowa (room and pillar) pozwoliła na zwiększenie mechanizacji wydobywania, prowadząc do 84% odzysku złoża.

Obecnie cała praca jest zmechanizowana, a sekwencja odbywa się w pięciu fazach:

1. Faza - Otwieranie komory, rozpoznawania i ocena strefy występowania żył, a także jej dokładnej geometrii (mierzenie zasobów). W tej fazie montowane są takie elementy infrastruktury, jak zasilanie elektryczne i wentylacja.
2. Faza - Otwarcie komór eksploracyjnych w siatce ortogonalnej, pozostawiając między nimi kolumny o wymiarach 11m na 11m. Odbywa się to do momentu osiągnięcia pełnej definicji stref użytecznych danej żyły.
3. faza - pod koniec drugiej fazy, słupy 11 na 11 m są przecinane przez galerię o szerokość 5 m, co daje prostokątne słupy o wymiarach 11m na 3m.
4. faza - prostokątne słupy o wymiarach 11 na 3 m są przecięte na pół przez nową komorę, pozostawiając słupy (końcowe) o wymiarach 3m na 3m.
5. faza - filary 3m na 3m są niestabilne w dłuższej perspektywie, pozwalają na 6-miesięczny okres pracy, (wybieranie pozostawionego pokruszonego materiału)

Mechanized room and pillar method. All of the schematic images correspond to a room section 5 m wide and 2.2 m high in N-S and E-W directions.



Pillars are made in a grid of 11 x 11 m (recovered resources are estimated to be 51%)

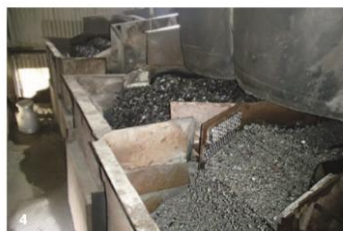


Pillars are made in a grid of 3 x 11 m (recovered resources are estimated to be 73%)



Pillars are made in a grid of 3 x 3 m (recovered resources are estimated to be 85%)

Zakład wzbogacania rudy



Mineral Processing: (1) ROM getting in the Plant by conveyor belt; (2) 4.25 foot Symons short head cone crushers; (3) Coarse gravity shaking table (type Hercules); (4) Allis Chalmers 16'x 6' screens discharge for concentrate and tailings in HMS; (5) General view of Final Concentration (Pre-Concentrate flotation on tables - type James - to remove sulphides); (6) Screening of concentrate before feeding Dry High Intensity Magnetic Separators cross belt; (7) Dry high-intensity magnetic separation of magnetic minerals (siderite and wolframite) from non-magnetic minerals (cassiterite and pyrite); and (8) Wolframite concentrates packed in one tonne big bags.

- Transport rudy do zakładu odbywa się za pomocą przenośnika taśmowego (o długości 1203 m)
- Zakład stosuje metodę zatężania grawitacyjnego, a następnie usuwa siarczki za pomocą flotacji i końcowego suchego rozdzielania magnetycznego;
- Zdolność produkcyjna: 900 000 – 1 000 000 ton
- Zakład produkuje wysokiej jakości koncentrat wolframowy o zawartości WO_3 (od 74% do 75 %) – 1000 ton/rok (cyny – 30 ton/rok; miedzi – 200 ton/rok)



Oczyszczalnia wody Salagueira

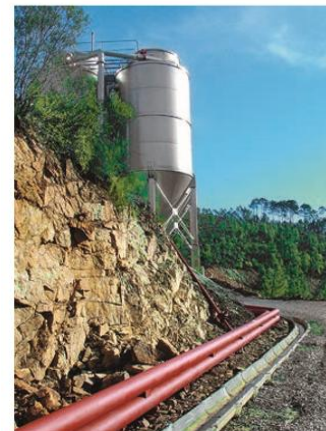
zastosowanie oczyszczalni: uzdatnianie wody pochodzącej:

- z odwodnienia kopani (woda pH 4, o zawartości metali ciężkich przekraczającej wartości dopuszczalne),
- z akumulacji powierzchniowej na starym obszarze wydobywczym (Barragem Velha)
- woda pochodząca z wycieków pod składowiskami.

Oczyszczalnia została zaprojektowana 1957 r., rozbudowana i zmodernizowana w 2011 r. Składa się z dwóch zbiorników oczyszczających, wielopoziomowego budynku oraz systemu służącego do przechowywania wapna.

Woda poddawana jest obróbce z zastosowaniem wapna (40 ton miesięcznie), szlam powstający podczas procesu oczyszczania pompowany jest do stawu osadowego (Barragem Nova). Oczyszczona woda odprowadzona jest do pobliskiego kanału lub pompowana do zbiorników w celu późniejszego wykorzystania jako woda przemysłowa w kopalni i zakładzie

W celu zwiększenia zdolności uzdatniania wody i ograniczenia kosztów kierownictwo kopalni podjęło decyzję aby mleko wapienne (roztwór) używane do uzdatniania wody, które było wcześniej kupowane na zewnątrz, będzie w przyszłości produkowane na miejscu.



Salagueira new water treatment unit



Lime conditioner of the mine drainage

Zwałowiska kopalni Panasqueira



Odzyskiwanie odpadów wydobywczych

- REMINE – projekt badawczy finansowany w ramach programu ramowego UE w dziedzinie badań i innowacji „HORIZON 2020”
- cel: ponowne wykorzystanie odpadów górniczych poprzez ich przekształcenie w materiały użyteczne dla różnych sektorów gospodarki (infrastruktury) oraz produkty budowlane.
- Kopalnia Panasqueira generuje ok 100-200 ton odpadów dziennie, z czego 20 % to szlam (odpady mułowe)
- badania programu REMINE mają na celu znalezienie rozwiązania dla bezpiecznego wykorzystania szlamu odpadowego zawierającego arsen i niebezpieczne metale ciężkie (Cd, Pd, Cu, Zn);
- opracowania nowych przyjaznych dla środowiska geopolimerów: środków wiążących, zapraw i betonów, które mogą skutecznie unieruchamiać arsen i metale ciężkie w postaci zestalonych produktów.



Popularyzacja górnictwa

- Z inicjatywy rady parafialnej São Francisco de Assis, we współpracy z Kopalnią Panasqueira, założono muzeum w którym wystawione są zdjęcia, obiekty związane z działalnością kopalni.
- Część wystawy została zorganizowana w starym zbiorniku na paliwo, który został przekształcony w 3-piętrowy budynek.
- Od 2006 roku w Narodowym Muzeum Historii Naturalnej i Nauki w Lizbonie znajdują się stała ekspozycja dotycząca kopalni Panasqueira.



Zdjęcia: Barbara Gross



REMIX

Interreg Europe



European Union
European Regional
Development Fund

Dziękuję za uwagę!



Project smedia