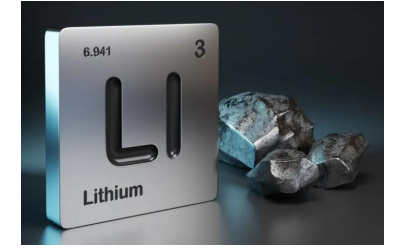


LITIJUM / LITHIUM

Rudnici litijuma – iskustva:



Western Australia

- **Mt. Marion**
- **Wodgina**
- **Bald Hill**
- **Mt. Catlin**
- **Pilangoora**

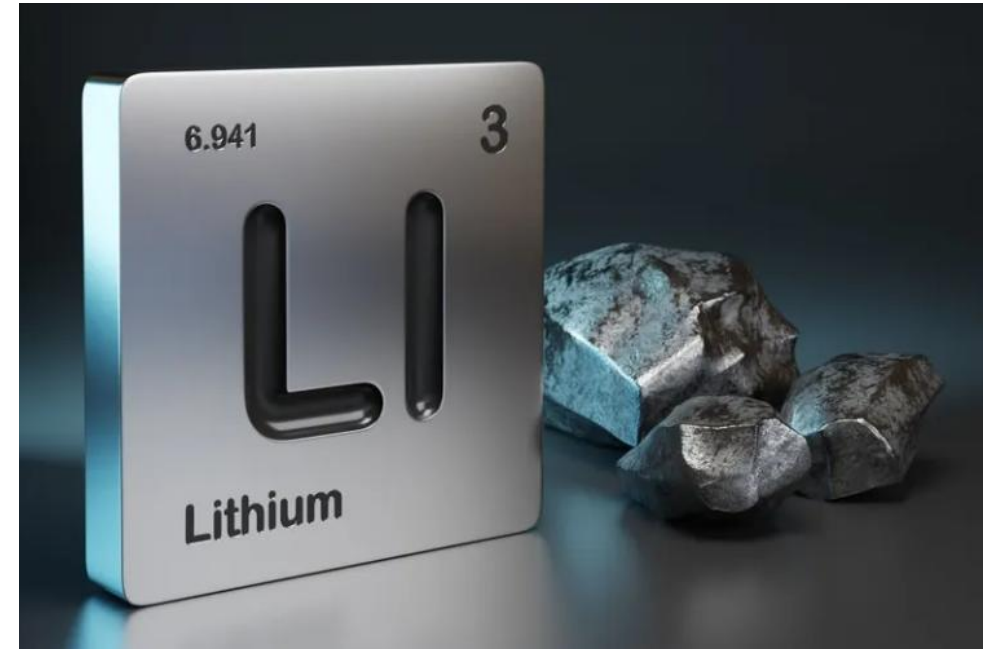
- **James Bay**
Quebec, Canada

- **Sal de Vida**
Argentina

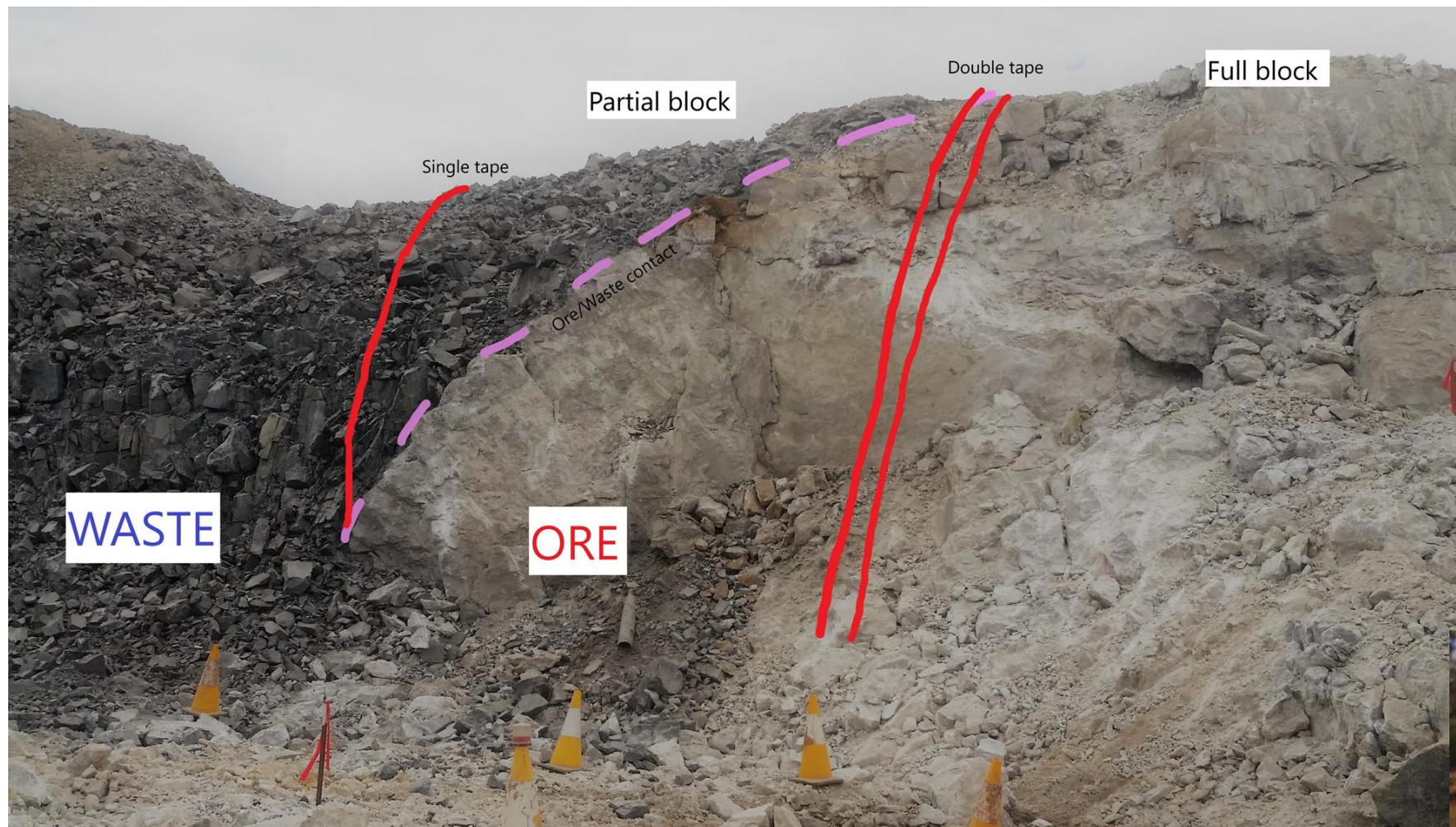
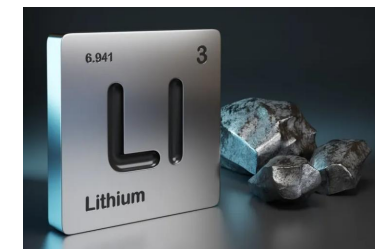
Cvrsta stena (busenje i miniranje) vs Brine (slana evaporativna jezera)

STA JE LITIJUM?

- Alkalni metal
- Prva grupa periodnog sistema, atomski broj 3
- Koje su stene nosioci minerala litijuma
- Koji su minerali nosioci litijuma
- Hemijski nestabilan
- Finasijski nestabilan _____ Zasto?



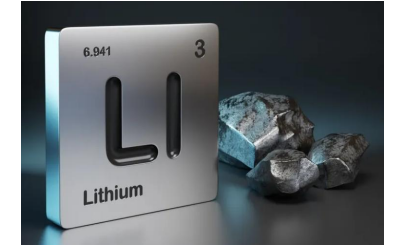
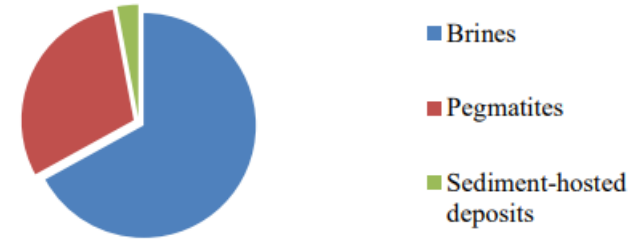
Pegmatit – stena nosilac minerala spodumen



Mineral SPODUMEN (spodumene) nosilac litijuma



Distribution of Global Lithium Sources



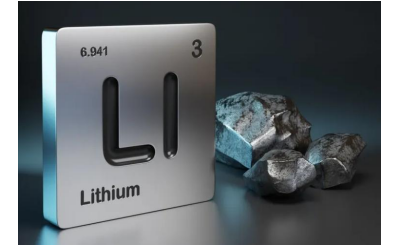
Mineral

Hemijska formula

Li (%)

Spodumene	$\text{LiAlSi}_2\text{O}_6$	3.73
Petalite	$\text{LiAlSi}_4\text{O}_{10}$	2.27
Bikitaite	$\text{LiAlSi}_2\text{O}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$	3.40
Lepidolite	$\text{KLi}_2\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH},\text{F})_2$	3.84
Zinnwaldite	$\text{KLiFeAl}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{F},\text{OH})_2$	1.59
Amblygonite	$(\text{Li},\text{Na})\text{AlPO}_4(\text{OH},\text{F})$	4.73
Montebrasite	$\text{LiAl}(\text{PO}_4)(\text{OH})$	1 to 4
Lithiophyllite	LiMnPO_4	4.43
Triphylite	LiFePO_4	4.40
Hectorite	$\text{Na}_{0,3}(\text{Mg},\text{Li})_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	~1.93
Jadarite	$\text{LiNaAlSi}_2\text{B}_2\text{O}_7(\text{OH})$	2.85
Elbaite	$\text{Na}(\text{Li}_{1,5}\text{Al}_{1,5})\text{Al}_6\text{Si}_6\text{B}_3\text{O}_{27}(\text{OH})_4$	1.11

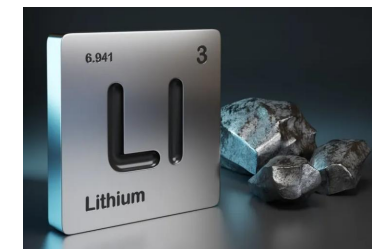
ZAGADJENJE ŽIVOTNE SREDINE UZROKOVANO EKSPLOATACIJOM MINERALNIH SIROVINA



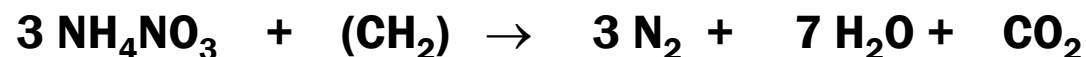
- 1. Gasovi koji se oslobadjaju tokom procesa miniranja**
- 2. Uticaj odvodnjavanja rudnika na sredinu**
- 3. PMS (prerada mineralnih sirovina) i metalurgija**

Miniranje stenske mase

Gasovi koji se stvaraju tokom procesa miniranja, NOx








Amonijum nitrat – Idealana detonacija (hemijska formula)

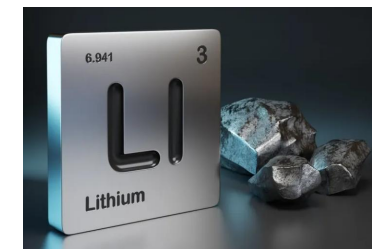


- Azotni oksidi NOx , gasovi koji su toksični
- NOx je simbol koji se koristi u industriji za azotne okside
- Sest vrsta azotnih oksida
- Najzastupljeniji azotni oksid je NO₂, azot dioksid
- Azot suboksid N₂O je dokazano kancerogen
- Stvanje manjih kolicina CO, CO₂ i NH₃
- Bezbojan gas, ili crveno braon boje, zavisno od temp.
- U kontaktu sa vodom / vlagom, formiraju azotnu i azotastu kiselinu
- Slatkog je mirisa i kiselog ukusa
- Tezi je od vazduha– gustine 1.5 (vazduh = 1)
- Nije zapaljiv, ali pomaze gorenje

Zakonska regulativa (Australija)

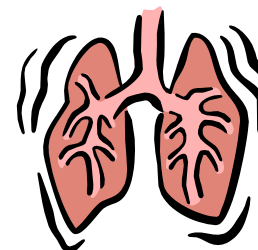
Level and Action	Typical Appearance
Level 1 No Fume	
Level 2 Minor Yellow/Orange Fume	
Level 3 Moderate Orange Fume	
Level 4 Significant Orange Fume REPORTABLE	
Level 5 Major Red/Purple Fume REPORTABLE	

Ispustanjem u atmosferu azotni oksidi se vraćaju na zemlju u vidu kiselih kisa koje dalje imaju negativan uticaj na zemljište, useve, vodotokove i faunu



Izloženost NOx :

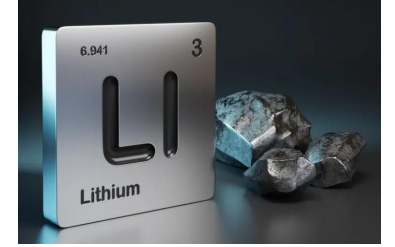
- Nedostatak daha
- Kasalj
- Unutrasnje opekotine
- Tecnost u plucima
- Smanjenje kapaciteta pluca
- U ekstremnim slucajevima, smrt



- Iritacija kože
- Iritacija ociju



Kontrola emisije gasova tokom miniranja stenske mase



- **Simpateticka rezonanca ?**
- **Rezonantna frekvenca stenske mase**
- **Brzina detonacije eksploziva (VOD)**
- **Izbor vrste eksploziva**
- **Impedanca miniranja (Blast impedance) $\rho_1 v_1 \approx \rho_2 v_2$**
 - ρ_1 = gustina stenske mase
 - v_1 = brzina prostiranja zvuka kroz stensku masu
 - ρ_2 = gustina eksploziva
 - v_2 = brzina detonacije eksploziva
- * **Primena mehanike talasa i slaganja talasa za optimalne rezultate miniranja stenske mase i minimalnu emisiju stetnih gasova miniranja**

Osnovne vrste amonijum nitratskih eksploziva



ANFO



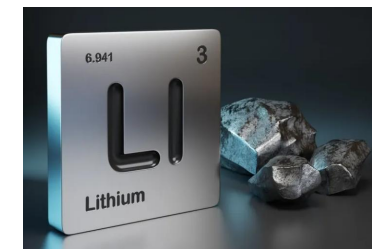
HANFO – 70% ANFO / 30% Emulsion



Emulsion – 30% ANFO / 70% Emulsion



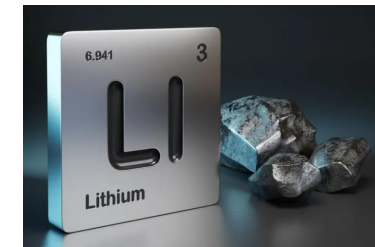
Watergel – 20% ANFO / 80% Watergel



Odnos kolicine goriva u amonijum nitratskim eksplozivima i kolicine oslobodjenih gasova.

Odvodnjavanje rudnika

Uticaj na zivotnu sredinu



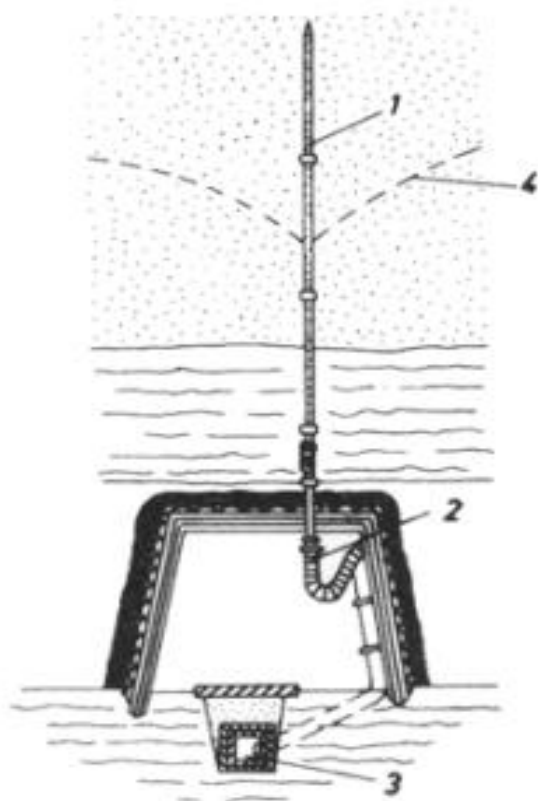
- Odvodnjavanje rudnika je skup kompleksnih mera i radova vezanih za borbu sa podzemnim i površinskim vodama u svim fazama izgradnje i eksploatacije ležišta mineralnih sirovina.

*Odvodnjavanje odlagalista

- Između radova na dobijanju mineralnih sirovina i podzemnih i površinskih voda postoji stalna interakcija

- Površinske i podzemne vode ugrožavaju rudarske radove i rudarske objekte

- Istovremeno, rudarskim radovima i objektima se ugrožavaju površinske i podzemne vode i to dovodi do značajnog negativnog uticaja na okolinu, floru i faunu.



Realizacija uspešnog odvodnjavanja u rudarstvu zahteva široka naučna znanja i znanja velikog broja naučnih disciplina

▪ GEOLOGIJA

1. KLASIFIKACIJA STENSKE MASE

▪ FIZIČKA SVOJSTVA STENSKIH MASA OD ZNAČAJA ZA SADRŽAJ VODE U NJIMA

1. POROZNOST
2. VLAŽNOST STENA
3. OBLICI POJAVE VODE U STENAMA

▪ HIDROGEOLOŠKA SVOJSTVA STENA

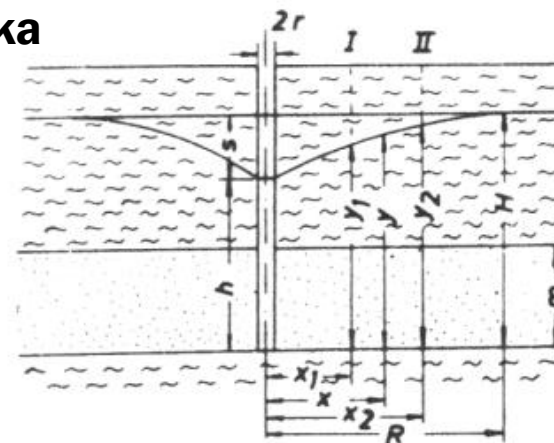
1. SPOSOBNOST UPIJANJA VODE
2. SPOSOBNOST ODAVANJA VODE (IZDAŠNOST)
3. PERMEABILNOST
4. SLOBODNE PODZEMNE VODE, lutajuće i akumulirane, izdani
5. KRETANJE PODZEMNIH VODE pod uticajem prirodnih i veštačkih faktora

▪ PRILIV VODE U RUDNIČKE PROSTORIJE

1. PRILIV VODE PRI IZRADI VERTIKALNIH PROSTORIJA
2. PRILIV VODE U HORIZONTALNE RUDNIČKE PROSTORIJE
3. PRILIV VODE U KOSE RUDNIČKE PROSTORIJE
4. UTICAJ METODE OTKOPAVANJA LEŽIŠTA NA OVODNENOST RUDNIKA

▪ SPREČAVANJE PRODORA VODE U RUDARSKE PROSTORIJE

1. SPREČAVANJE PRODORA POVRŠINSKIH VODA
2. SPREČAVANJE PRODORA PODZEMNIH VODA



▪ HIDROLOGIJA

1. VODNI BILANS
2. SLIVNE POVRŠINE, PADAVINE, VODOSTAJ I OTICAJ

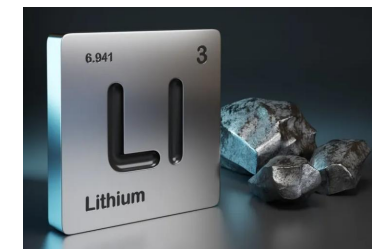
▪ HIDRAULIKA

1. OSNOVNE FIZIČKE OSOBINE TEČNOSTI
2. HIDROSTATIČKI PRITISAK
3. HIDRODINAMIKA, Osnovna jednačina strujanja tečnosti (Bernulijeva jednačina), Hidraulički otpori, Gubici na trenje, Lokalni gubici

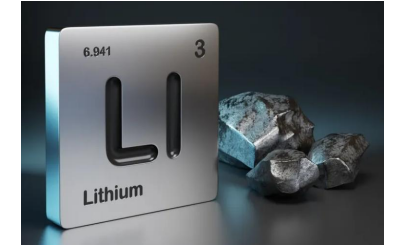
▪ MEHANIKA TLA I MEHANIKA STENA

▪ BUSACKI RADOVI

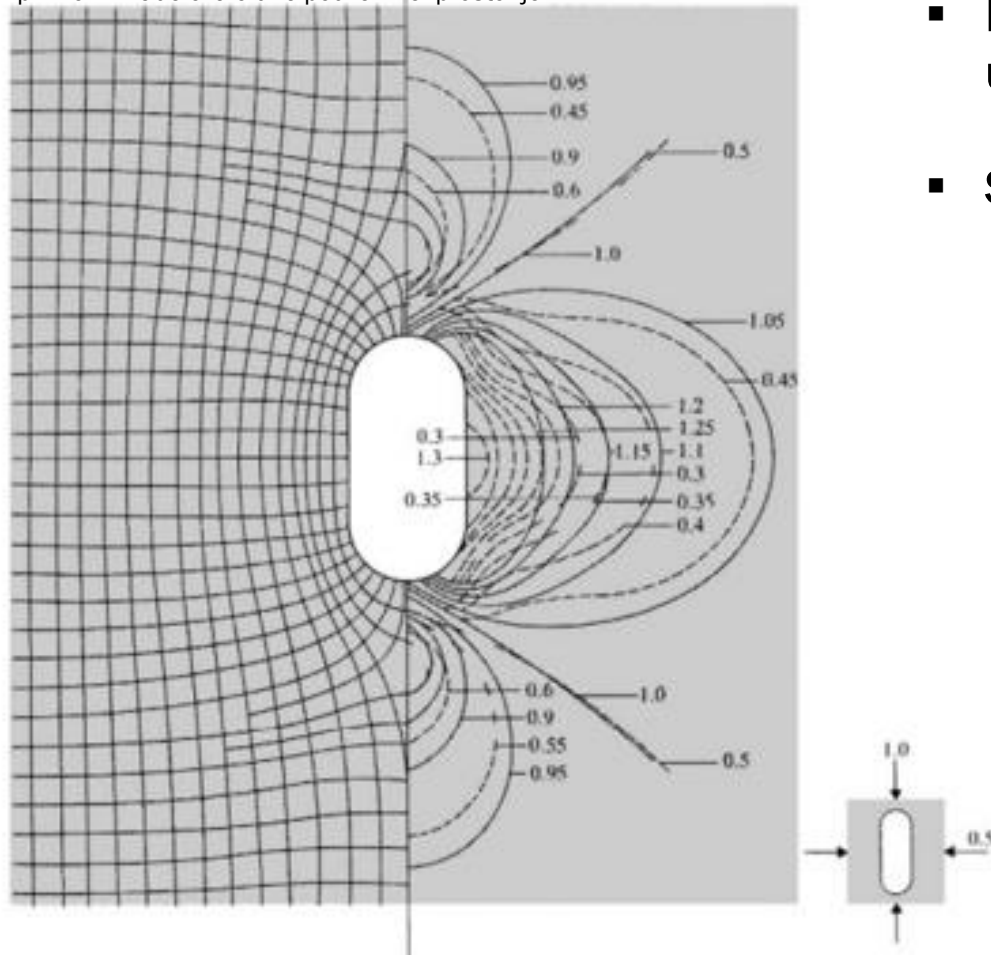
▪ TEHNIKA IZRADA DUBINSKIH BUNARA I DRUGIH RUDARSKIH HIDREOTEHNIČKIH OBJEKATA



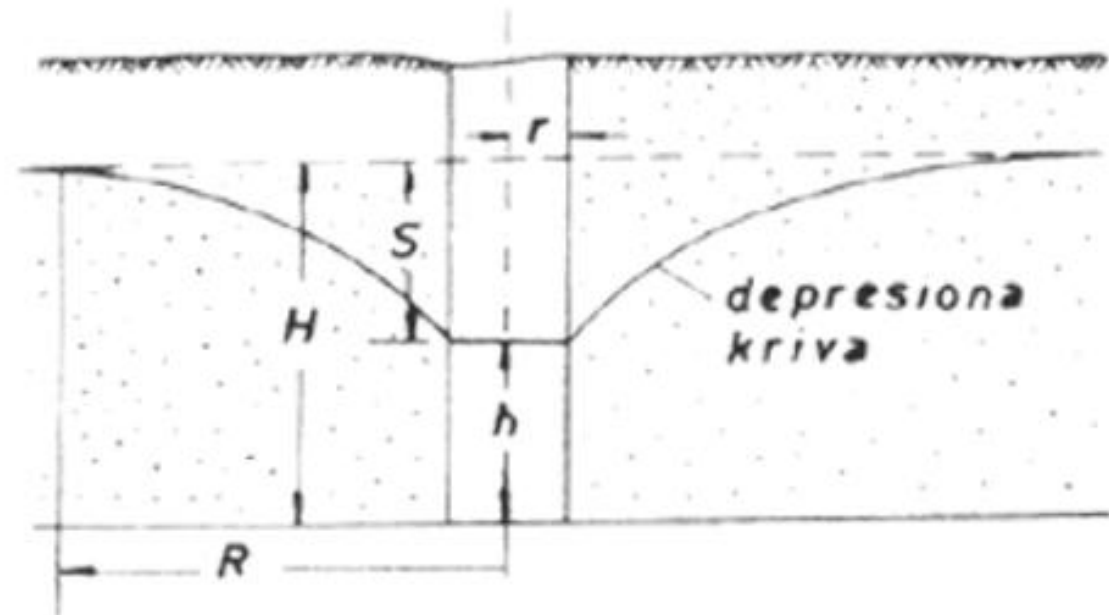
Kompleksan pristup koji mogu imati samo stručnjaci koji poznaju metode podzemne i površinske eksploatacije mineralnih sirovina, metode odvodnjavanja rudnika i koji poznaju naučne discipline vezane za problem dinamike površinskih i podzemnih voda



Konture stresa stenske mase i trajektorije stresa prilikom izrade ovaloidne podzemne prostorije



- Redistribucija stresa unutar stenske mase, uticaj na hidrostatički pritisak i tok podzemnih voda
- Snizenje prirodnog nivoa voda u okolini rudnika



Kako to izgleda u praksi?

- Ispumpavanje vode na površinu direktno u vodotokove bez preciscavanja
- Ispumpavanje vode u vodosabirnike odakle sledi prerada rudnickih voda pre ispustanja u vodotokove
- Deo rudnickih voda se koristi za preradu mineralnih sirovina (PMS)
- Rudnicke vode se reinjektiraju u iste geoloske slojeve i iste podzemne vodotokove iz kojih su dosle

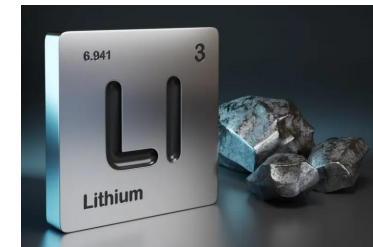


Vodosabirnik bez obloge



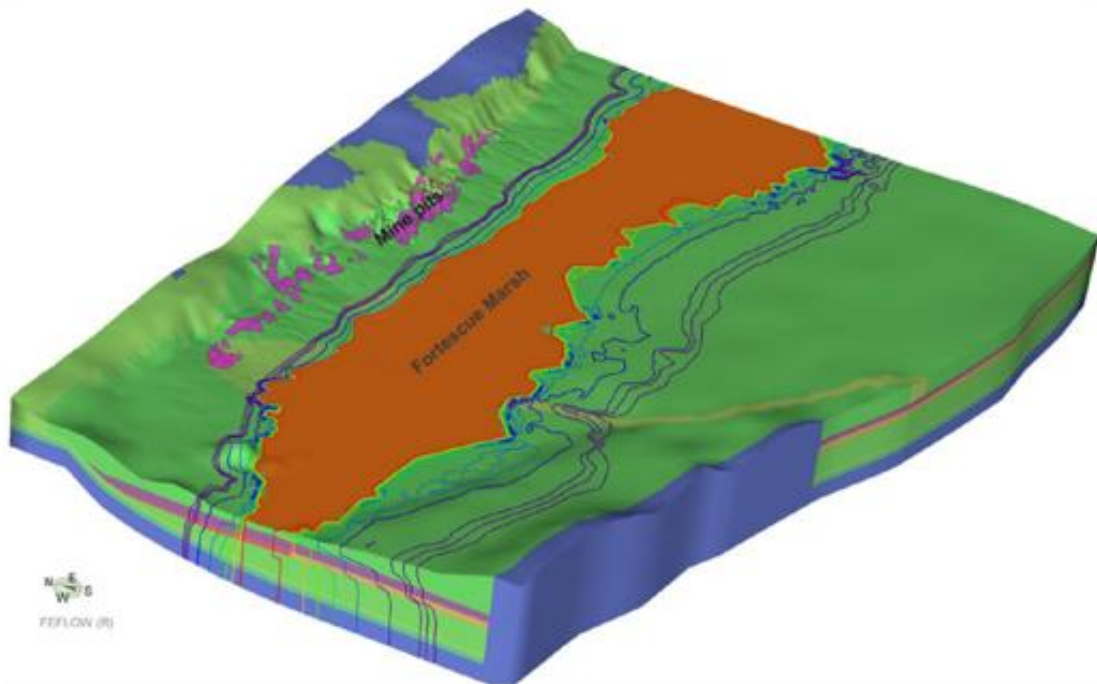
Vodosabirnik sa oblogom

Kontrolisano odvodnjavanje rudnika

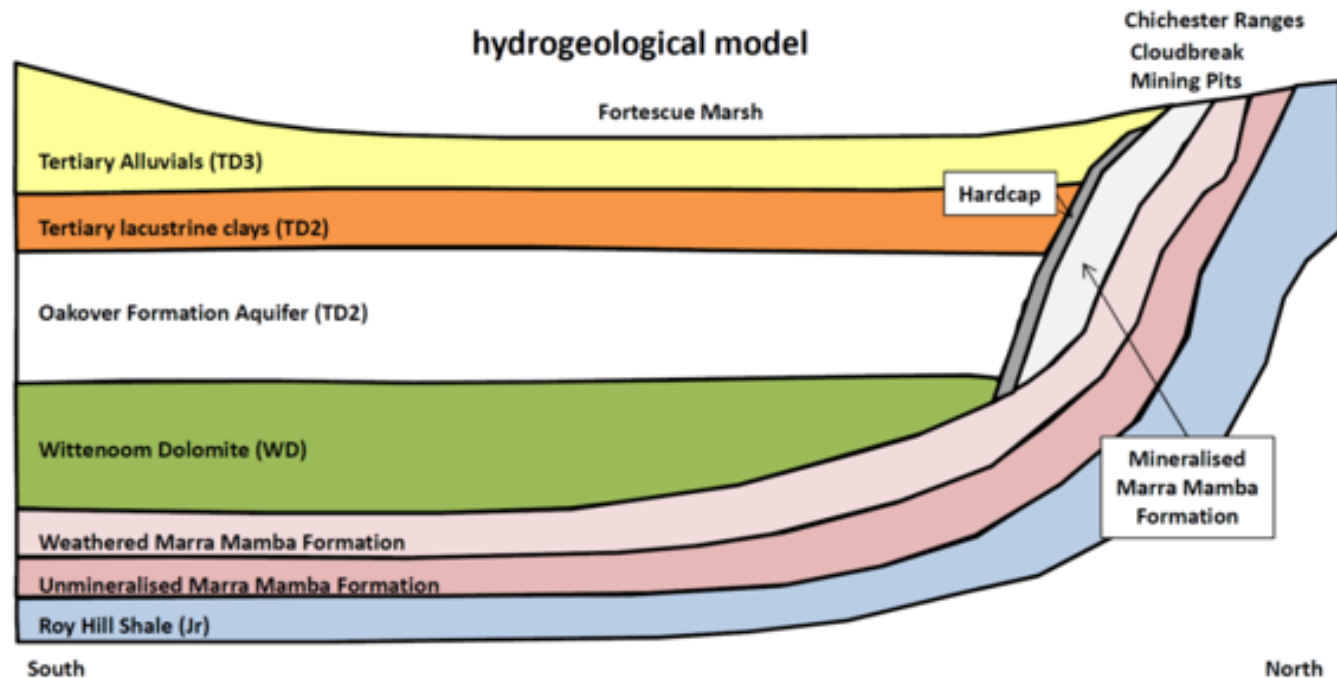


- Postojanje menadžment plana odvodnjavanja rudnika. Revizija plana od kompetentnih stručnjaka, (inženjeri rudarstva, geolozi i hidro geolozi) potpisana i overena
 - Postojanje dozvole za izradu dubinskih bunara, busotina i pratećih rudarskih hidrotehničkih objekata
 - Postojanje dozvole za ispušćavanje vode iz rudnika (Discharge Licence). Tačno definisana količina dozvoljenog volumena ispušćavanja u 24h, koordinate mesta ispušćavanja, smer ispušćavanja i nadmorska visina
 - Stručni menadžment rudnika, stručna radna snaga koja vrši odvodnjavanje rudnika, dnevni izveštaj odvodnjavanja rudnika
 - Kontrolni organ – rudarska inspekcija
-
- *dozvola za ispušćavanje nije izdata ??*
 - *obavezno preciscavanje rudnicke vode pre ispustanja u sredinu*
 - *obavezno reinjektiranje rudnickih voda*

Primer iz industrije – Plansko odvodnjavanje rudnika



3D model oblasti sa geologijom i salinitetom



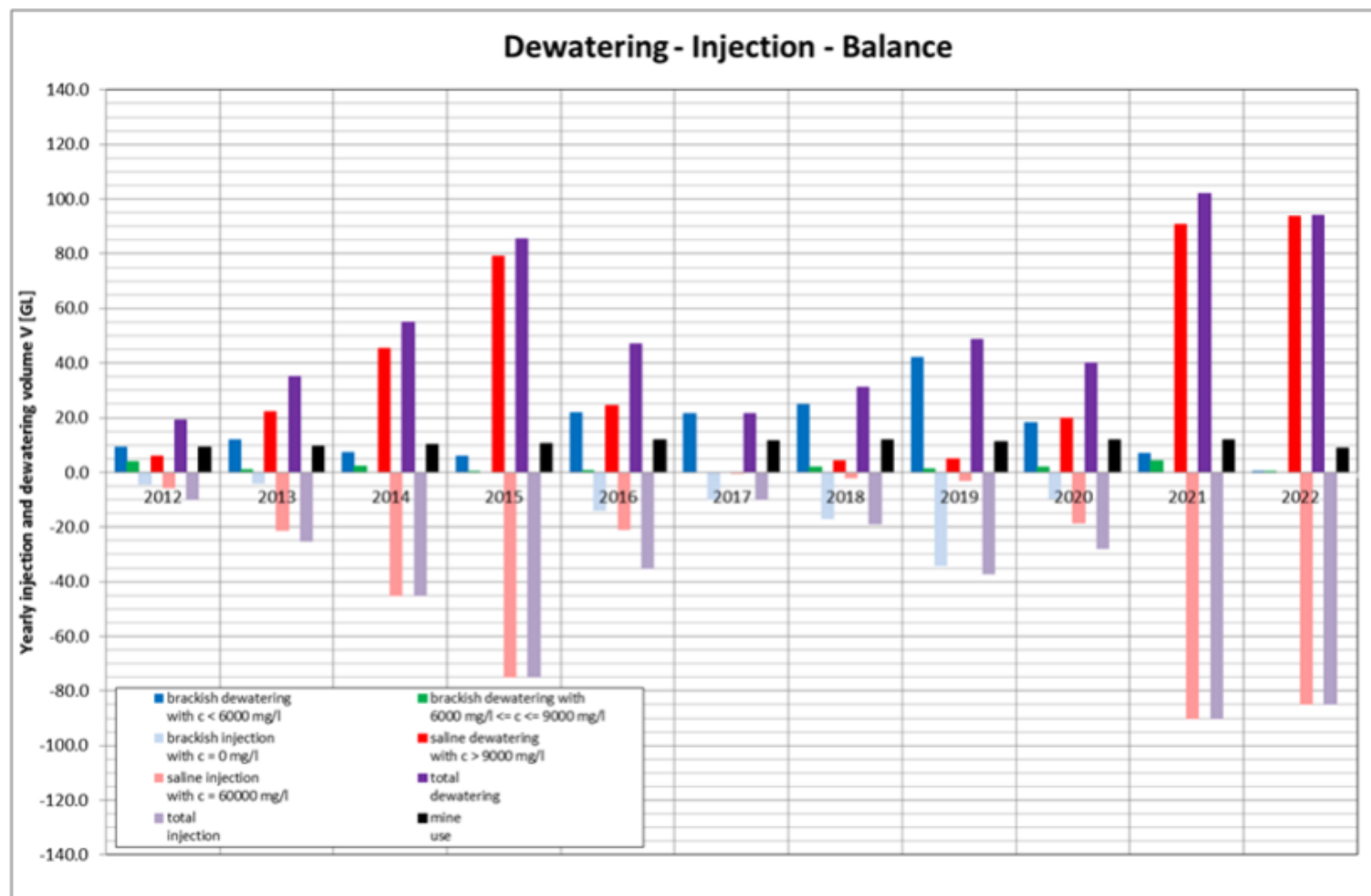
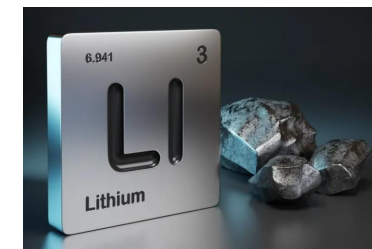
Hydrogeoloski model od 9 hidrogeoloskih sekcija

- Povrsina oblasti predvidjenje za otvaranje vise lezista je 2745 Km²

Tri faze simulacije odvodnjavanja

- Prva faza, model bez antropogenih aktivnosti
- Druga faza, model sa ispumpavanjem rudnickih voda, bez injektiranja
- Treca faza, model sa odvodnjavanjem i reinjeksijom rudnickih voda uzimajuci u obzir da jedan deo reinjektiranih voda recirkulise.

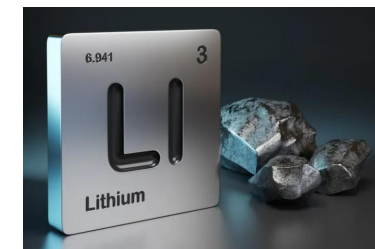
Sve tri faze su proracunate i projektovane u odnosu na planiranu godisnju proizvodnju.





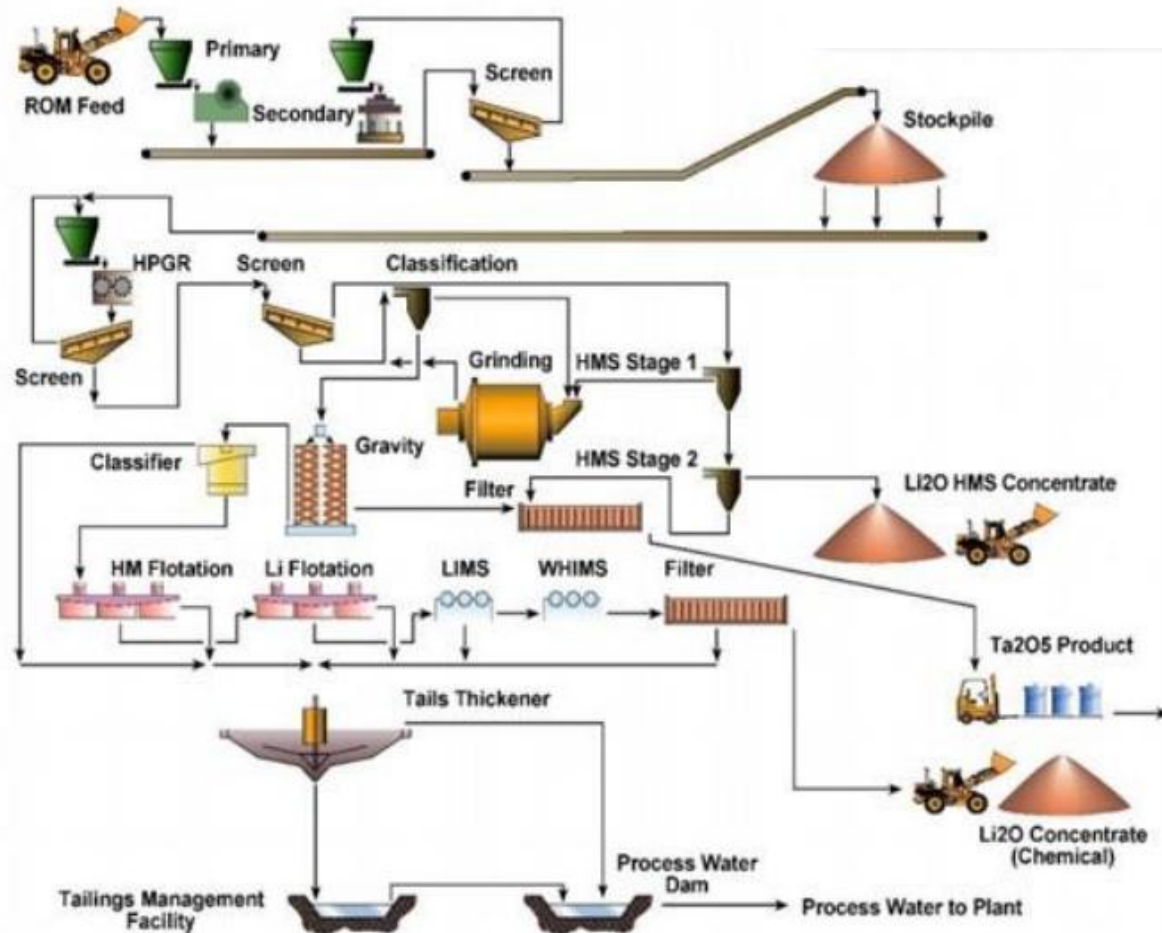
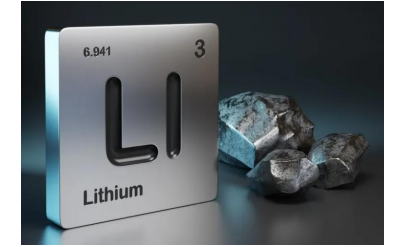
Potapajuca pumpa

- Pobojsana produktivnost rudnika
- Produzen vek eksploatacije rudnika
- Smanjenje troskova miniranja
- Smanjeni troskovi izvoza i transporta
- Smanjenje zastoja u proizvodnji
- Pobojsana bezbednost rada, smanjeno zagadjenje



Busotina za reinjektiranje

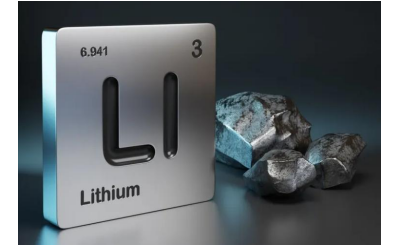
PMS Prerada mineralnih sirovina



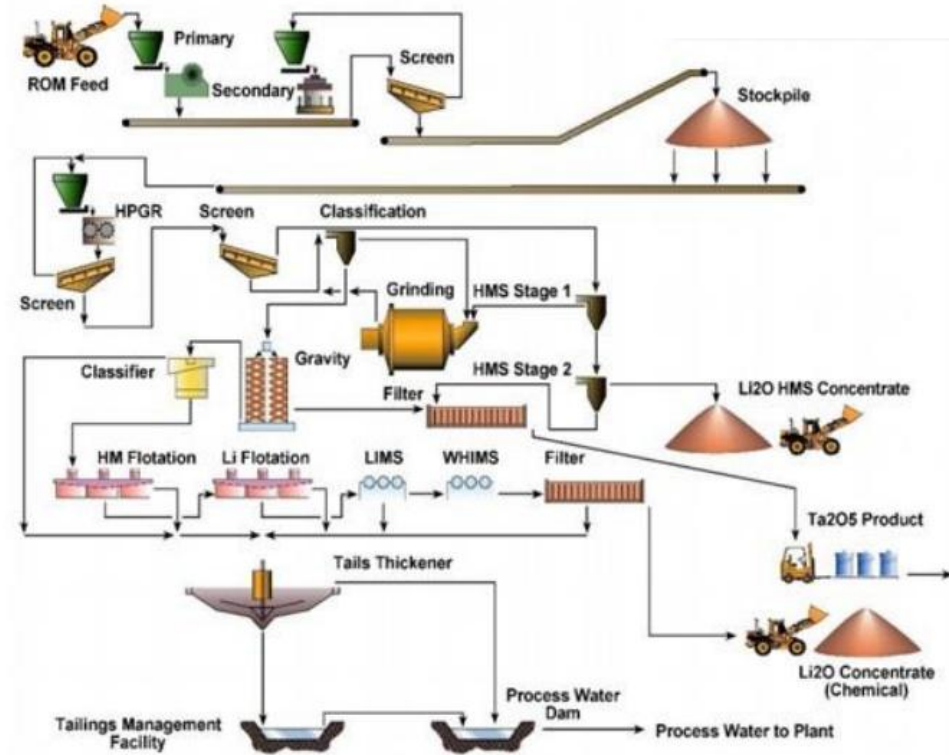
Od rude do koncentrata litijuma

- Li_2O koncentrat
 - LiOH
 - Li_2CO_3
- za proizvodnju baterija
- Ta_2O_5 koncentrat, **radioaktivan!**
nastaje kao sporedni proizvod tokom prerade i dobijanja koncentrata litijuma

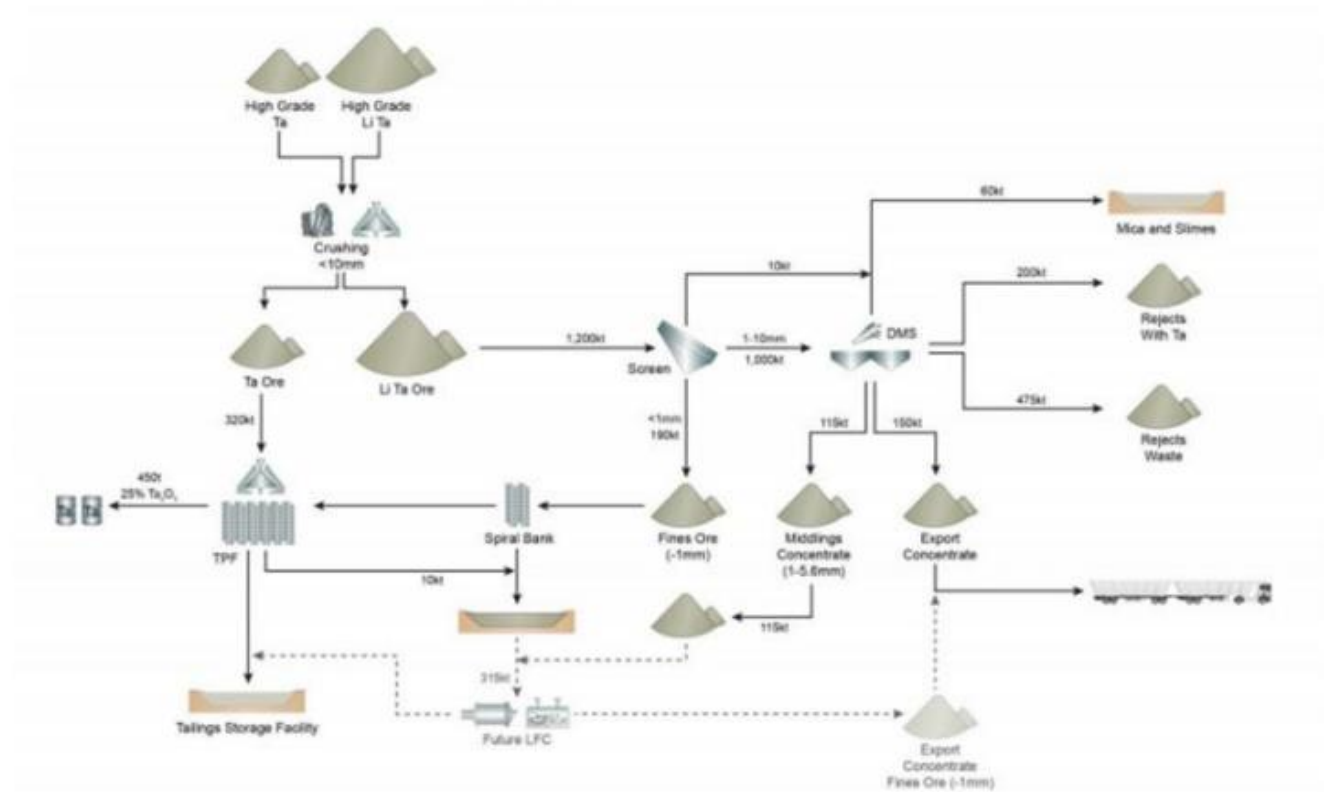
PMS Poredjenje dva razlicita procesa dobijanja Li koncentrata



Pilangoora

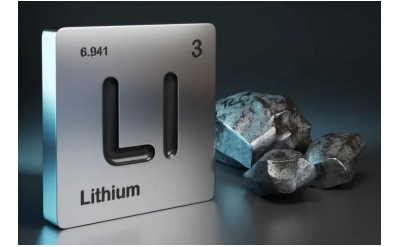


Bald Hill

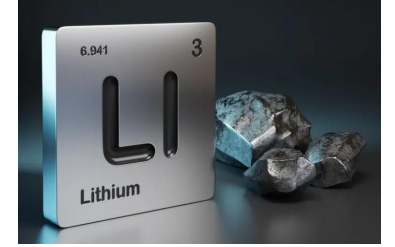


Kontrola uticaja PMS-a na zagađenje okoline

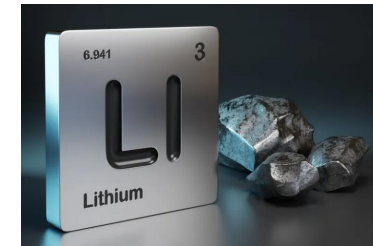
- Transport iskopane rude na drugu lokaciju van primarnih vodotokova pijace vode
- Iskoriscenje cvrste jalove stene za agregate za beton, bazu za puteve, balast za zeleznicu
- PMS, pocevsi od drobljenja, sejanja, separacije, flotacije itd. vrsiti u oblasti gde je najmanji impakt potencijalnog zagađenja na prirodu
- Proces zatvoriti sa proizvodnjom finalnog proizvoda, ne prodavati koncentrat, ili poluproizvode



Da li eksploatisati litijum, ili ne?

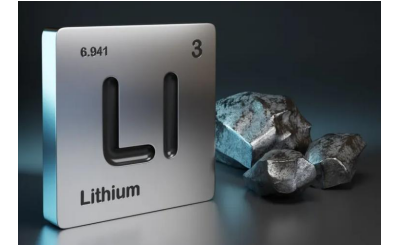


- Pitanje stranih kompanija i stranih investitora
- Kvalitet struke i etika
- Dupli standardi i sta to znaci?
- Primer nafte u Norveskoj



Pitanja?

Reference



- Odvodnjavanje rudniika, RGF, Beogradski Univezitet, V. Jovicic, A Covic
- Lessons leaned from new hardrock lithium projects, Damian Connelly, Perth WA
- Dyno Nobel Nitrous Oxides Awareness
- Fortescue Metals Group (Fortescue) 2010, Hydrogeological Assessment for Cloudbreak Water Management Scheme, Perth, Western Australia.
- Bald Hill Presentation, Nick Lucic, Peth Western Australia
- Greenland Services, Aquafer Reinjection, Perth WA
- Explosive Selection, Blast It Global, Drew Martin, Peth Western Australia
- The impacts of mining activities on water, MiningWatch Canada