ΣΙΔΗΡΟΣ

- **Ο σίδηρος είναι ένα από τα πιο ανθεκτικά και σκληρά μέταλλα που χρησιμοποιεί ο άνθρωπος από αρχαιοτάτων χρόνων**

- **Ο σίδηρος έχει πλήθος εφαρμογών σήμερα.**

- **Μεταξύ των βαρέων μετάλλων είναι το πιο διαδεδομένο και άφθονο στο γήινο φλοιό.**

- **Θεωρείται ότι ο κεντρικός πυρήνας του πλανήτη μας αποτελείται κυρίως από καθαρό σίδηρο και νικέλιο.**

ΣΙΔΗΡΟΣ

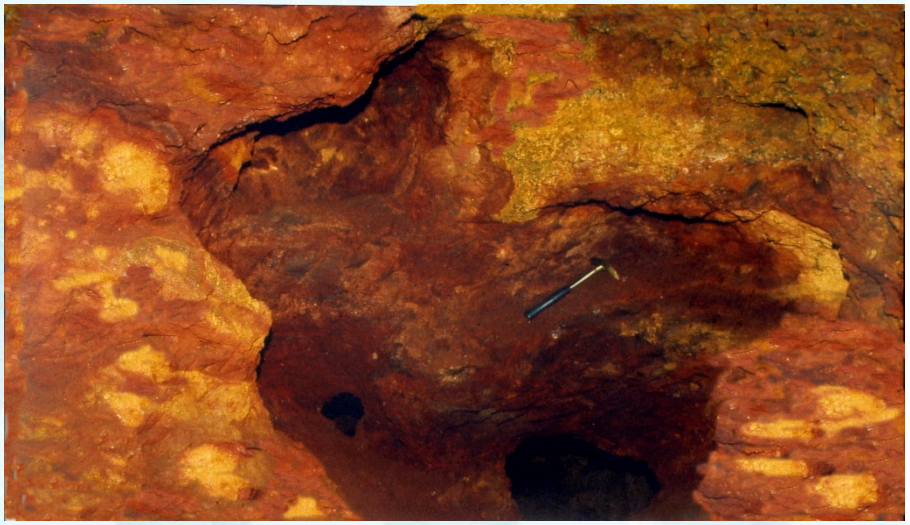
- **Η πρώτη χρήση του σιδήρου , σημειώθηκε στους λαούς της ανατολικής, γύρω στη 2η-3η χιλιετία π.Χ..**
- **Πραγματική ανάπτυξη είχε από τον 13ο αιώνα π.Χ. στη Μικρά Ασία όταν κατασκευάστηκαν τα πρώτα εργαλεία και όπλα από σίδηρο και η εποχή αυτή ονομάστηκε *«Εποχή του Σιδήρου».***
- **Η εφεύρεση τρόπων παρασκευής κραμάτων σιδήρου με άλλα μέταλλα αύξησε τις εφαρμογές του σιδήρου**
- **Ο σίδηρος συνετέλεσε στην επιτάχυνση του ρυθμού ανάπτυξης του τεχνικού πολιτισμού του ανθρώπου.**

Σημαντικά Ορυκτά του Σιδήρου

- **Ο Μαγνητίτης: Είναι σημαντικό ορυκτό του σιδήρου (Fe_3O_4), που ανήκει στην ομάδα των σπινελλίων.**
- **Παρουσιάζει ισχυρό μαγνητισμό και είναι το πλουσιότερο σε σίδηρο ορυκτό.**
- **Τα κοιτάσματα σιδήρου με περιεκτικό-τητα 25-45% ονομάζονται *"τακονίτες"* και η ονομασία τους διαφοροποιείται ανάλογα με τη χώρα εξόρυξης (π.χ. ιταβαρίτης→Βραζιλία, στρωματόμορφος γιασπιλίτης→Αυστραλία, χαλαζοστρωματόμορφος γιασπιλίτης→Σουηδία).**

Σημαντικά Ορυκτά του Σιδήρου

- **Αιματίτης:**(Fe_2O_3), κρυσταλλώ-νεται στο τριγωνικό σύστημα
- Είναι από τα γνωστότερα ορυκτά του σιδήρου και αυτά που εξορύχ-τηκαν περισσότερο από την αρχαιότητα.
- Τα κοιτάσματα αιματίτη ονομάζονται "ερυθρά" κοιτάσματα η red Ores.



Σημαντικά Ορυκτά του Σιδήρου

- **Λειμωνίτης:** Ο όρος λειμωνίτης είναι γενικός όρος που συμπεριλαμβάνει ένυδρα οξείδια του σιδήρου ($Fe_2O_3 \cdot H_2O$). Τα μεταλλεύματα σιδήρου με λειμωνίτη ονομάζονται και "καστανά" κοιτάσματα ή brown Ores.

Σημαντικά Ορυκτά του Σιδήρου

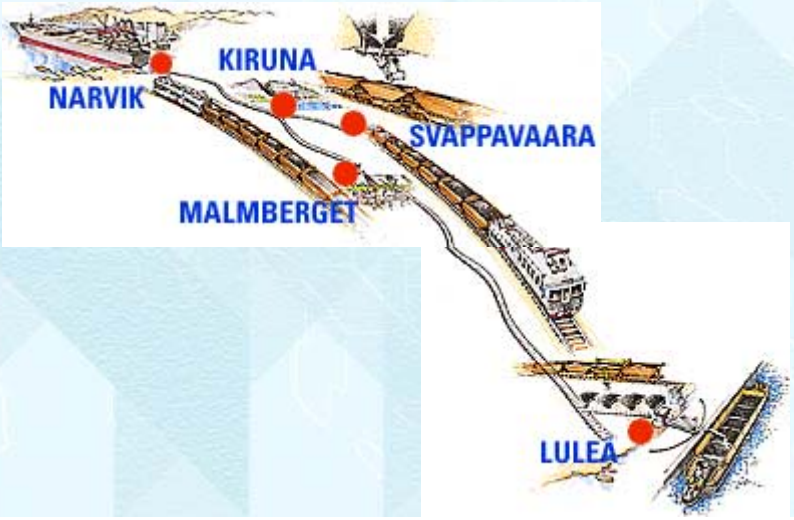
- **Σιδηρίτης:** (Fe_2CO_3), τριγωνικό σύστημα με περιεκ-τικότητα Fe (30-37%). Χρησιμοποιείται σαν μετάλ-λευμα σιδήρου σε περιοχές που δεν υπάρχει άλλη πηγή σιδήρου (Αγγλία, Αυστρία).
- **Χαμοσίτης:** Θεωρείται ως σιδηρομετάλλευμα με 30% σίδηρο. Έχει το γενικό χημικό τύπο $(Fe,Mg)_3(Si,Al)_2O_5(OH)_4$ και εντοπίζεται συνήθως σε ωολιθικά σιδηρομεταλλεύματα, καθώς και σε βωξίτες.
- **Ο σιδηροπυρίτης (FeS_2), μαρκασίτης (FeS_2) και μαγνητοπυρίτης** ($Fe_{1-x}S$), παρά την αφθονία τους, δεν έχουν σημαντικές ποσότητες σιδήρου και γι'αυτό δεν χρησιμοποιούνται στη μεταλλουργία.

Κοιτάσματα σιδήρου στην περιοχή Kiruna Σουηδίας

- Η παλαιότερη αναφορά ύπαρξης μεταλλεύματις σιδήρου στην περιοχή της Kiruna καταγράφηκε από τον Samuell Olsson Mort.
- Το 1878 οι άγγλοι χημικοί Thomas και Gilchrist έλυσαν το πρόβλημα παραγωγής χάλυβα καλής ποιότητας από υψηλής περιεκτικότητας σε φωσφόρο μεταλλεύματα σιδήρου.
- Αυτό αποτέλεσε μεγάλη ανακάλυψη για την εκμετάλλευση κοιτασμάτων τέτοιου τύπου.

Κοιτάσματα σιδήρου στην περιοχή Kiruna Σουηδίας

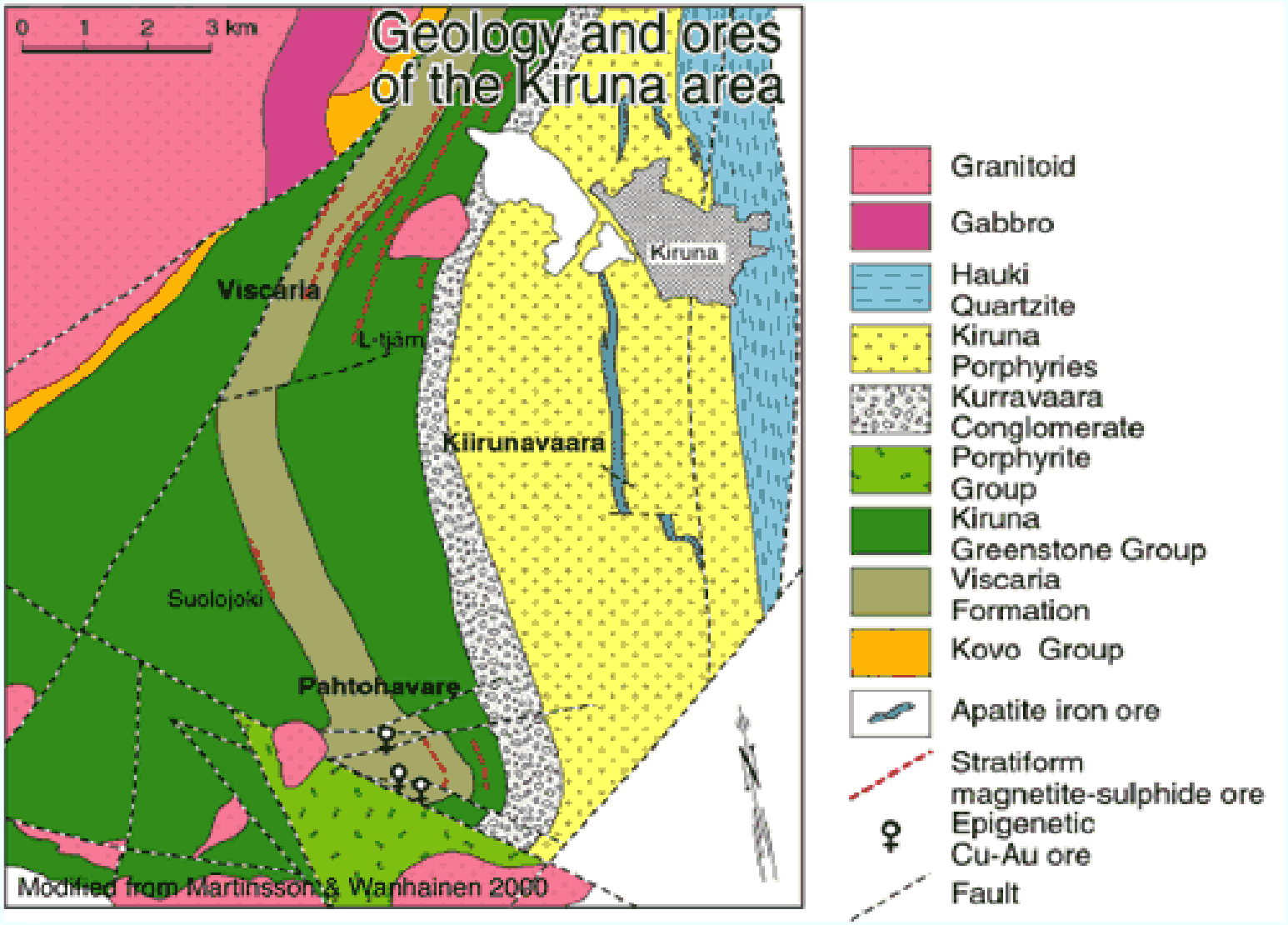
- Το 1882 η βρετανική επιχείρηση North of Europe Railway Com-pany κατασκευάζει τον σιδηρόδρομο από το λιμάνι της Luleå μέχρι το Malmberget προσπαθώντας έτσι να μεταφέρει το μετάλλευμα που εξορυσσόταν .
- Το 1890 δύο μεταλλευτικές εταιρίες ιδρύουν την εταιρία LKAB έχοντας μεγάλες προσδοκίες από την εκμετάλλευση του κοιτάσ-ματος.
- Σήμερα η Kiruna αποτελεί το μεγαλύτερο και πιο εξελιγμένο στον κόσμο μεταλλείο σιδήρου.

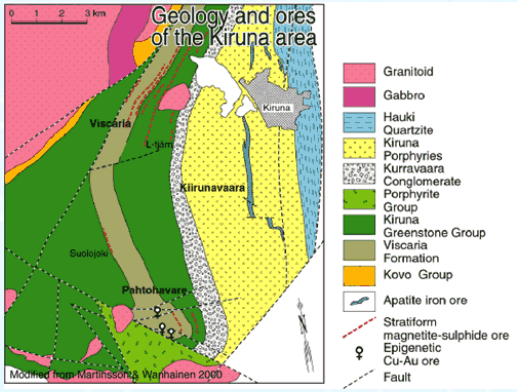


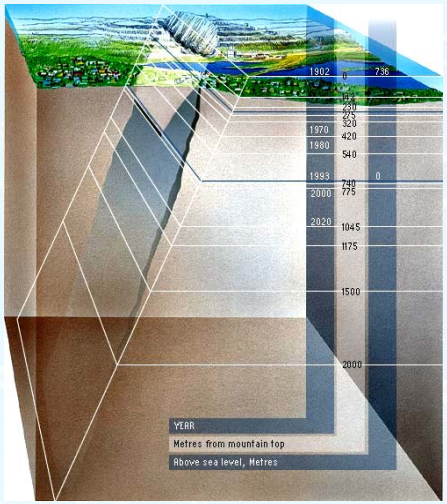
ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ Kiruna

- Το κοίτασμα στην Kiruna σχηματίστηκε πριν από 1600 Ma κάτω από έντονη ηφαιστειακή δραστηριότητα με απόθεση διαλυμάτων πλούσιων σε σίδηρο σε ένα συη-νιτικό πορφύρη.
- Το κοίτασμα μετέπειτα καλύφθηκε από ηφαιστειακές αποθέσεις (χαλαζιακός πορφύρης) και ιζηματογενή πετρώματα και στην συνέχεια πήρε κλίση 50°-60°Α.
- Το μετάλλευμα αποτελείται από ένα καθαρό μίγμα μαγνητίτη – απατίτη με περιεκτικότητα σε σίδηρο 60% και σε φώσφορο 0.9% κατά μέσο όρο .
- Το μαύρο μετάλλευμα περιέχει λιγότερο απατίτη από το γκρίζο μετάλλευμα.
- Τα αποθέματα σιδήρου υπολογίζονται σε 1800Mt

ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ Kiruna



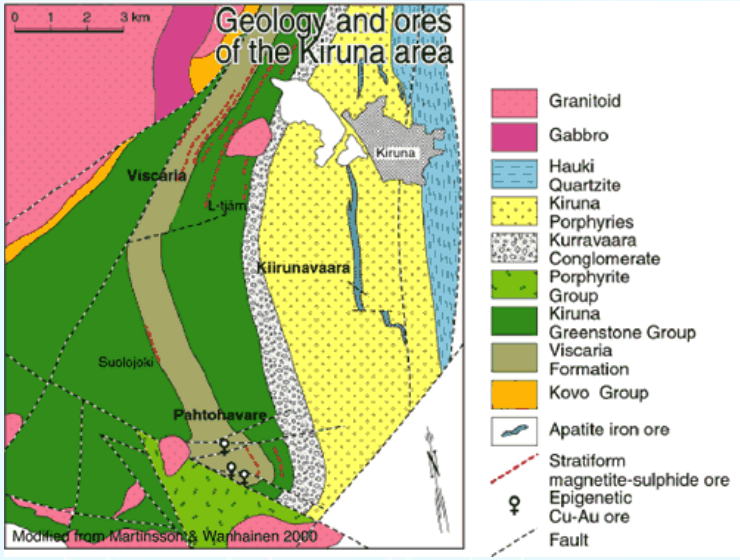


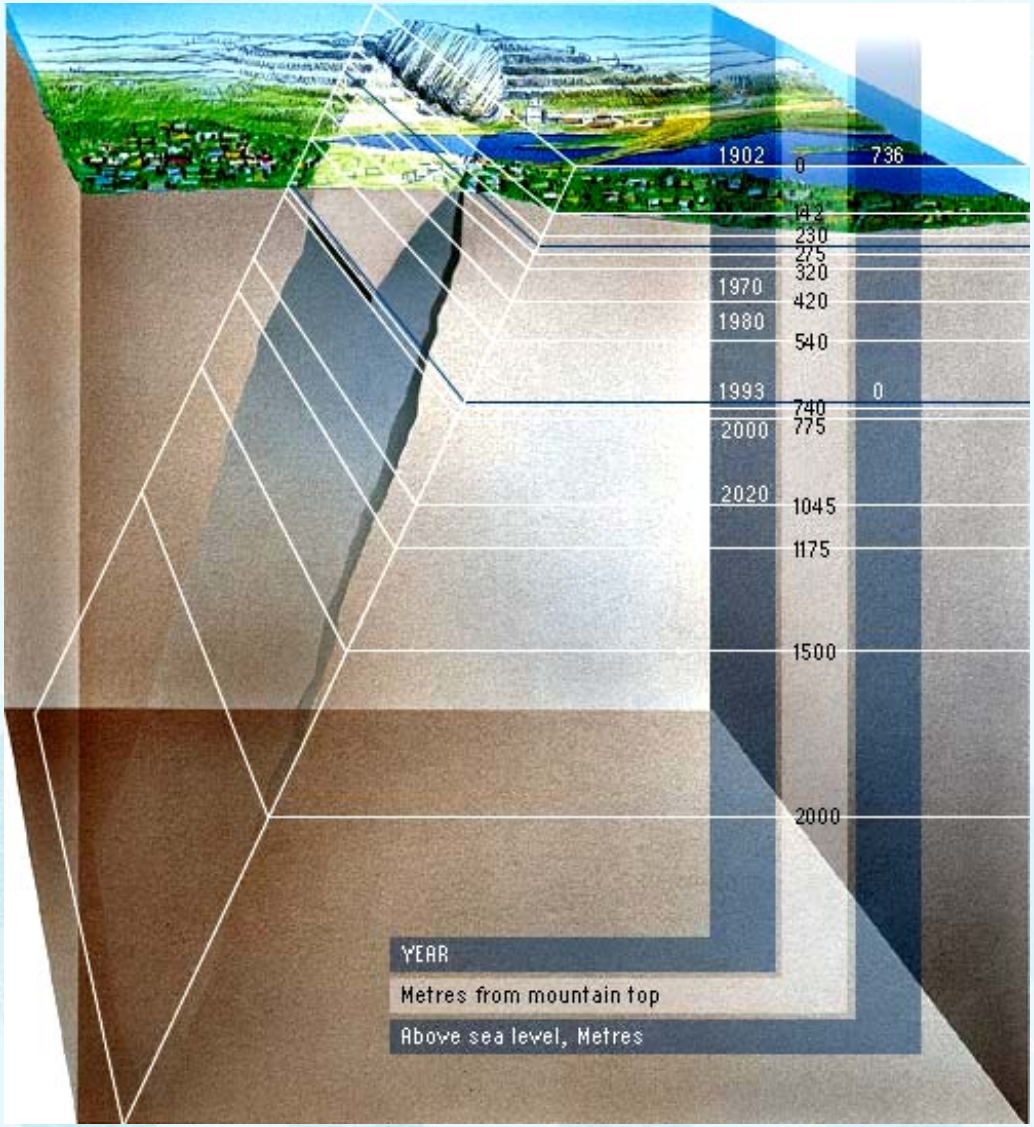


Kiruna Γενικά

- Έχει περίπου 4km μήκος, μέσο πλάτος 80m και επεκτείνεται σε βάθος περίπου 2km με κλίση περίπου 60 μοιρών.
- Το βασικό επίπεδο μεταφορών βρίσκεται σε βάθος 1045 μέτρων από την επιφάνεια.
- Η εξόρυξη του κύριου όγκο του κοιτάσματος γίνεται μεταξύ των επιπέδων -1045m και -775m.
- Μέχρι σήμερα, έχουν εξαχθεί περίπου 940 εκατομμύρια τόνοι μεταλλεύματος από το κοίτασμα.
- Ενώ εξάγονται 20-23 μεγάτονοι ακατέργαστου μεταλλεύματος ανά έτος.

Γεωμετρία του Κοιτάσματος





- **Ο κύριος όγκος του κοιτάσματος της Kiruna είναι σαν μια τεράστια φέτα μαγνητίτη.**

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΜΕΤΑΛΛΕΥΜΑΤΟΣ

- Στα περίπου 100 χρόνια εξόρυξης έως το 2001 η LKAB παρήγαγε συνολικά 950 Mt σιδηρομεταλλεύματος
- Έχει εξορυχτεί μέχρι σήμερα το 1/3 των αποθεμάτων του κοιτάσματος.
- Το 2001 η Kiruna παρήγαγε 13.7Mt προϊόντων σιδήρου που ισοδυναμεί με τα 2/3 της συνολικής σουηδικής παραγωγής
- Το εργατικό δυναμικό αποτελείται από 1800 άτομα εκ των οποίων 400 από αυτά απασχολούνται στις υπόγειες εγκαταστάσεις.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΜΕΤΑΛΛΕΥΜΑΤΟΣ

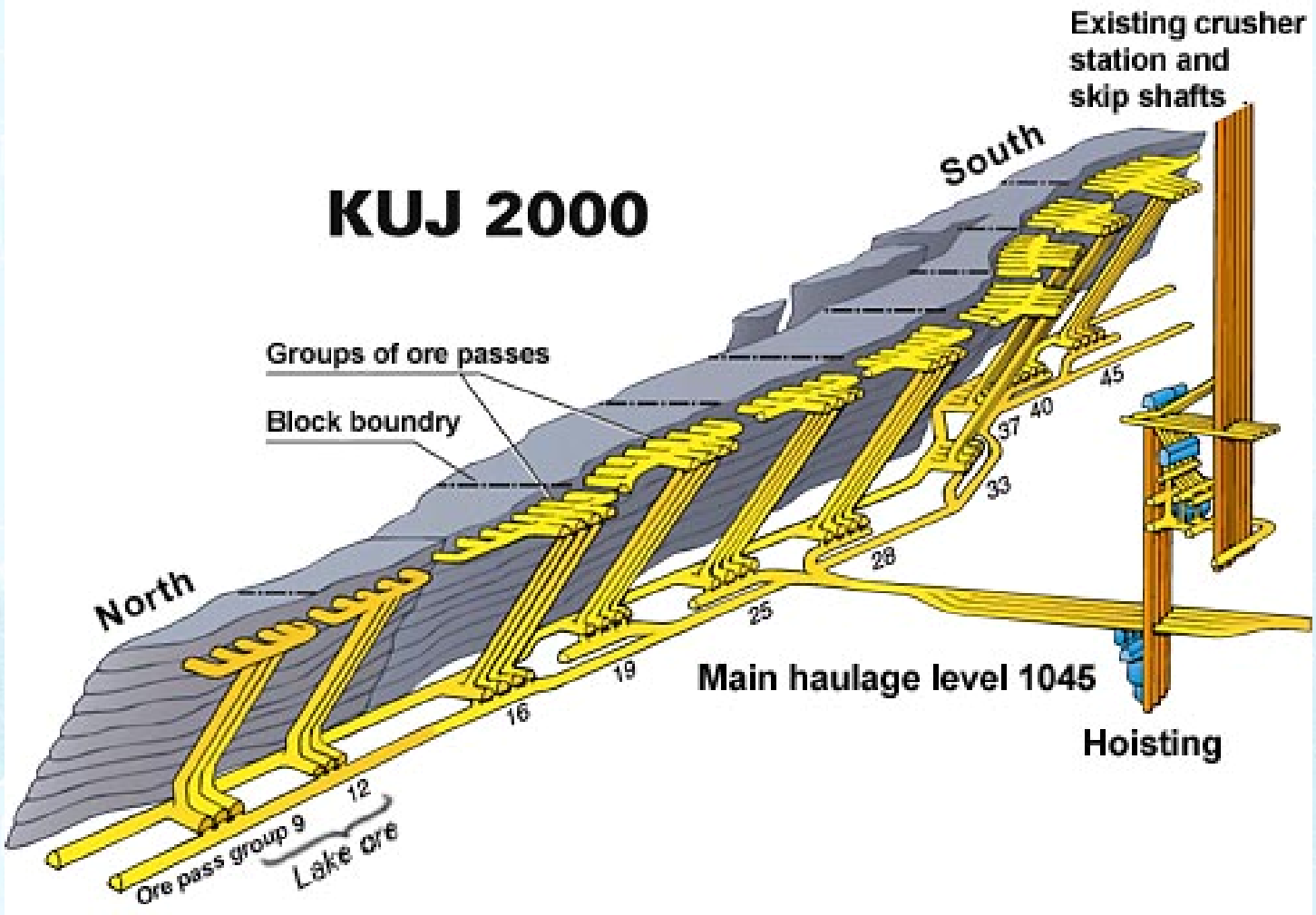
Παραγωγή	Μετάλλευμα σιδηρού
Τοποθεσία	Βόρεια Σουηδία Long (E): 20.112 , Lat (N): 67.496
Εταιρία	LKAB(Luossavaara-Kiirunavaara Ab)
Γεωλογικός τύπος	Μαγνητίτης Απατίτης
Μορφολογία	Παράλληλα με την στρώση
Ηλικία	1600 Ma
Τύπος μεταλλεύματος	Μαγνητίτης
Τύπος γειτονικών πετρωμάτων	Συηνιτικός πορφύρης, χαλαζιακος πορφύρης
Ορυκτολογία γειτονικών πετρωμάτων	Ακτινόλιθος ,Fe-Mg μαρμαρυγίας, Απατίτης
Αποθέματα	2,400Mt 60%-68% Fe
Ετήσια παραγωγή	13.7Mt of iron ore products (2001)
Μέθοδος εξόρυξης	Αυτοματοποιημένη υποσκαφή υπεδάφους
Μέθοδος επεξεργασίας	Σφαιρίδια σιδηρού
Εργατικό δυναμικό	1800 άτομα

ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑΛΛΕΥΜΑΤΟΣ

Στοιχείο	Περιεκτικότητα Χαμηλότερη -Ψηλότερη	Μέση τιμή
Fe	43 -71	61
P	0,003 -6,6	1,6
S	0,007-2,0	0,4
Mn	0,01-0,7	0,15
SiO_2	0,7-10,4	3,3
Στοιχείο	**Περιεκτικότητα Χαμηλότερη -Ψηλότερη**	**Μέση τιμή**
CaO	0,5-6,9	3,9
MgO	0,4-4,1	1,4
Al_2O_3	0,1-0,7	0,3
TiO_2	0,02-0,9	0,3
V_2O_5	0,13-0,23	0,18

ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΞΟΡΥΞΗΣ

Το κοίτασμα των 4 χιλιομέτρων μήκους είναι χωρισμένο σε 10 τομείς. Κάθε τομέας έχει τέσσερα φρεάτια (shafts), εκτός από τους δύο βόρειους (το μετάλλευμα λίμνης), οι οποίοι έχουν από τρία.



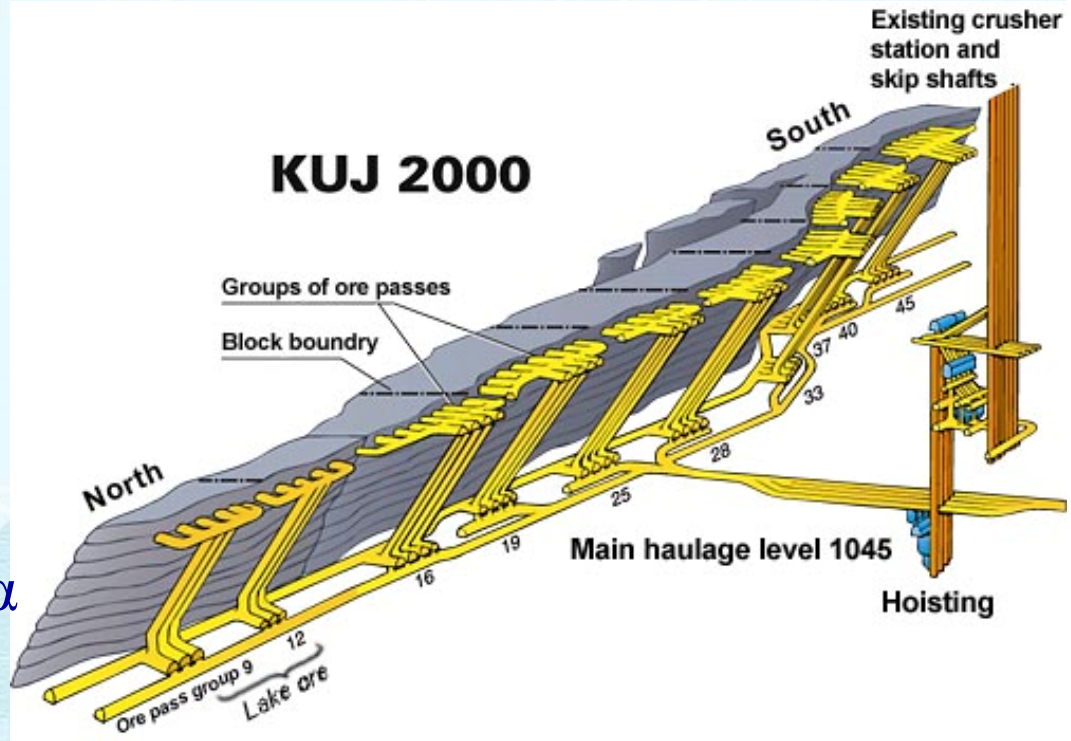
ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΞΟΡΥΞΗΣ

Οι 10 τομείς εξόρυξης συνδέονται μέσω πέντε χωριστών διόδων (κεκλιμένες ράμπες). Με τη σύνδεση των τομέων μ' αυτό τον τρόπο, δημιουργούνται πέντε μικρότερα "ορυχεία".

Κάθε τομέας έχει το δικό του σύστημα εξαερισμού.

Η διαίρεση του κοιτάσματος σε πέντε ορυχεία επιτρέπει καλύτερη εξόρυξης.

Η προώθηση του μετάλλευμα-τος απο ένα ορυχείο μπορεί να πραγματοποιείται ταυτόχρονα με την ανατίναξη ή τη συντή-ρηση άλλου.

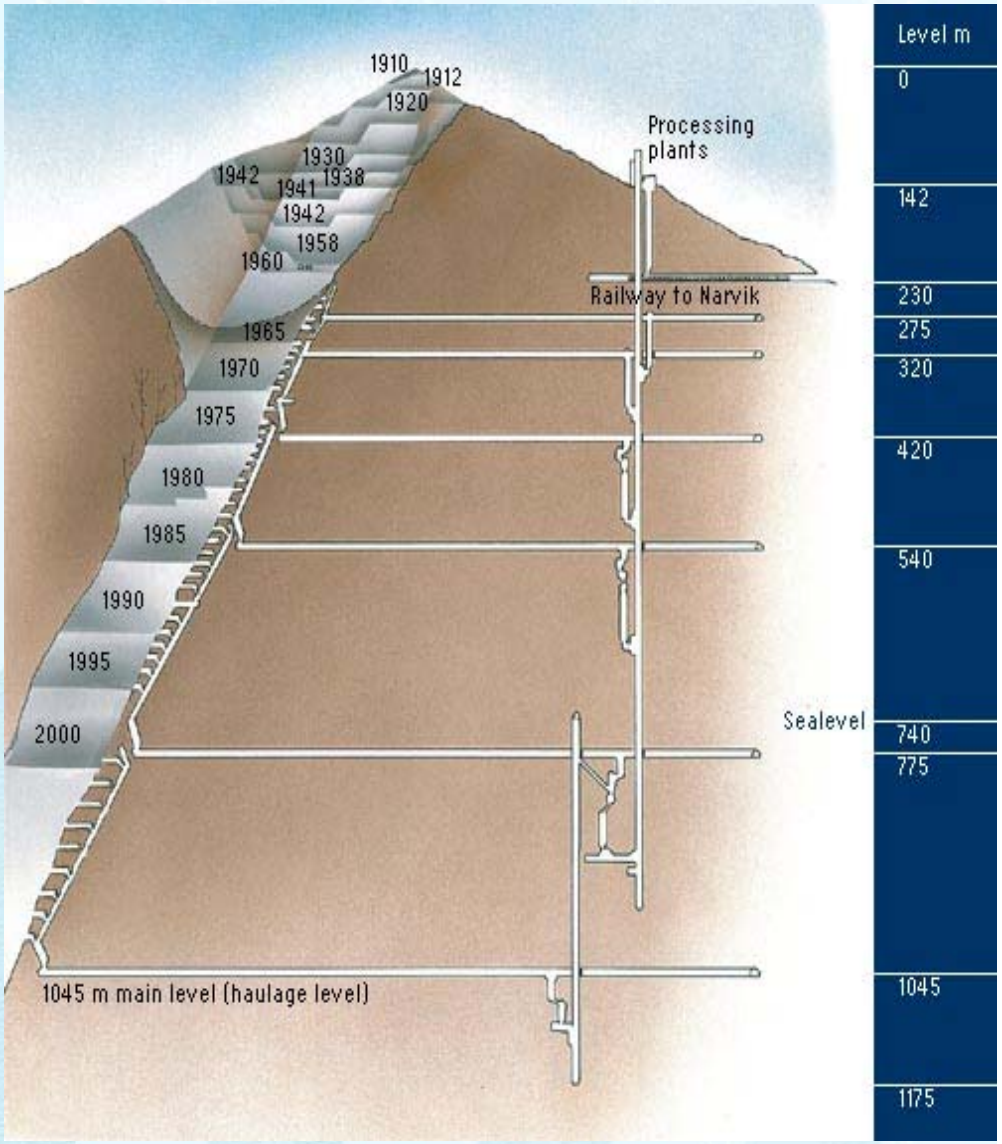


ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΞΟΡΥΞΗΣ

- *Η εξόρυξη από το καλοκαίρι του 1999 πέρασε στο επίπεδο 775m. Έως το 2018 η εξόρυξη θα πραγματοποιηθεί επάνω από το επίπεδο 1045m.*

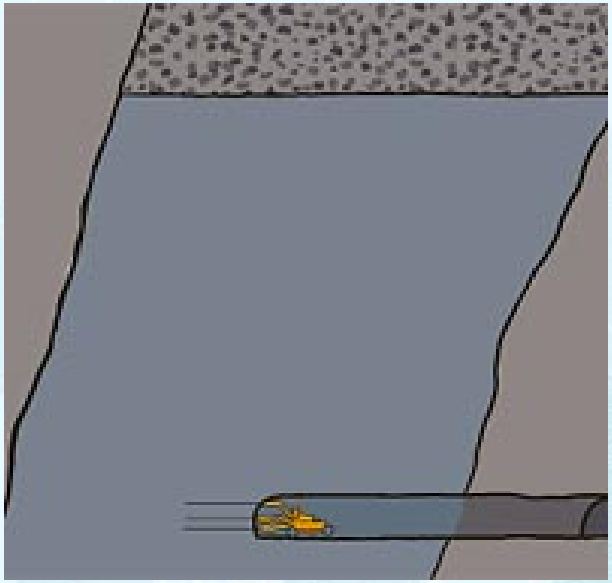
- *Ο κύριος όγκος του κοιτάσματος μεταξύ των επιπέδων 775 και 1045 είναι διαιρεμένος οριζόντια σε εννέα τομές (Επίπεδα), κάθε μια από τις οποίες έχει 27,5m ύψος.*

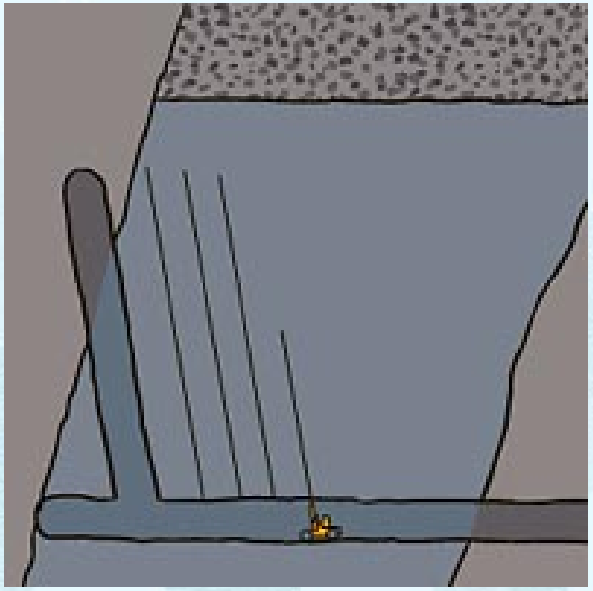
- *Κάθε ανατίναξη ρίχνει περίπου 10.000 τόνους μεταλλεύματος.*

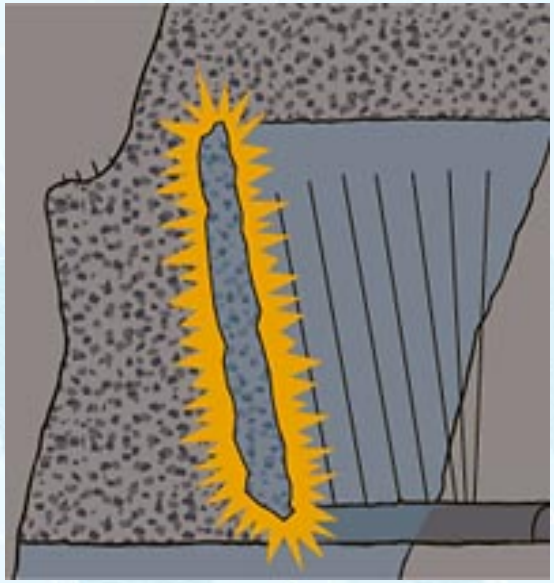


ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΞΟΡΥΞΗΣ

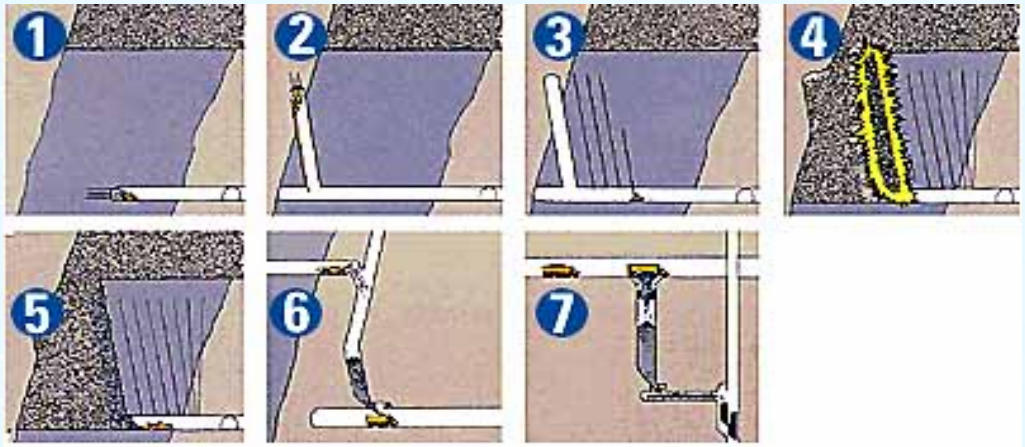
- ***Το δυναμικό της μονάδας παραγωγής είναι 25-26 μεγατόννοι ακατέργαστου μεταλλεύματος ανά έτος, το οποίο σημαίνει ότι ολόκληρο το κοίτασμα βυθίζεται με ρυθμό 23 μέτρων ετησίως.***
- ***Η κατασκευή μιας σήραγγας μέσα στο κοίτασμα δημιουργείται με την βοήθεια υδραυλικών γεωτρύπανων τα οποία λειτουργούν με ηλεκτρική ενέργεια όπου δημιουργούν οπές, βάθους πέντε μέτρων***
- ***Οι οπές αυτές γεμίζονται έπειτα με εκρηκτικό υλικό και ανατινάζονται***





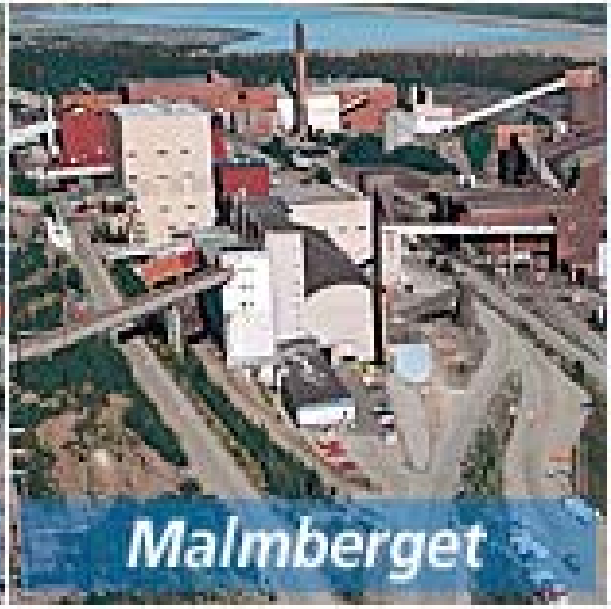


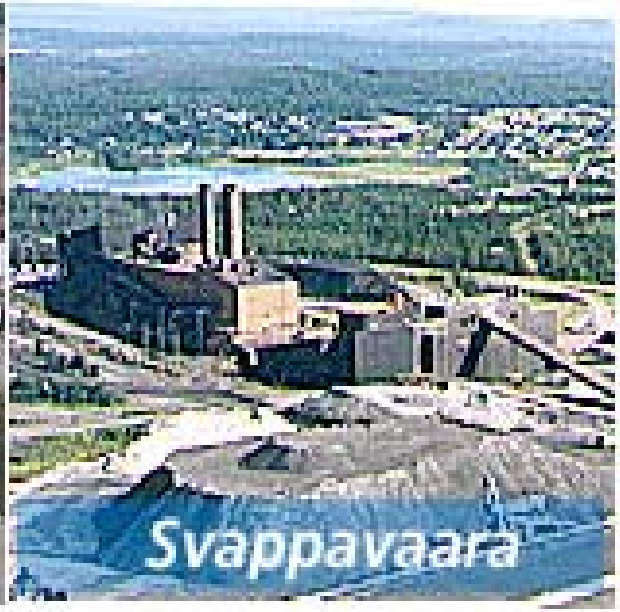
Σύνθλιψη-Φόρτωση-Ανύψωση



ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΜΕΤΑΛΛΕΥΜΤΟΣ

Το μετάλλευμα από το ορυχείο φθάνει στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας. Οι επόμενες διαδικασίες επεξεργασίας εξαρτώνται από τον τύπο προϊόν-τος που απαιτείται να παραχθεί.





ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΜΕΤΑΛΛΕΥΜΤΟΣ

- ***Λεπτόκοκκη μορφή μεταλλεύματος***
- Πρώτα, το μετάλλευμα υποβάλλεται σε διαλογή και κοσκίνισμα.
- Το στείρο πέτρωμα και επιπλέον ο φώσφορος αφαιρούνται με μαγνητικό διαχωρισμό.

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΜΕΤΑΛΛΕΥΜΤΟΣ

- ***Ειδικά προϊόντα***
- **Η LKAB παραδίδει διάφορα ειδικά προϊόντα που δεν πωλούνται στα χαλυβουργεία, αλλά χρησιμοποιούνται για άλλους σκοπούς.**
- ***Σφαιρίδια σιδήρου***
- **Το μετάλλευμα που προορίζεται για να γίνει σφαιρίδια ακολουθεί μια πιο πολύπλοκη διαδικασία.**

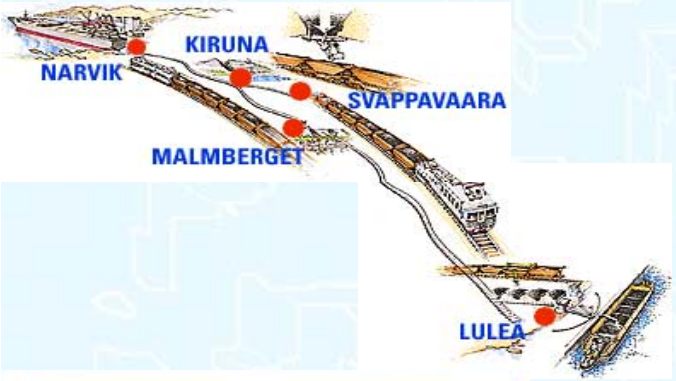
Τα σφαιρίδια είναι αναβαθμισμένο προϊόν της LKAB (70% των πωλήσεων).

Είναι σφαίρες μεταλλεύματος μεγέθους εκατοστού με υψηλή περιεκτικότητα σιδήρου.

Η LKAB παράγει δύο ποικιλίες σφαιριδίων σιδήρου

Κατά τη τελευταία δεκαετία η LKAB είναι πρώτη στην αγορά των προμηθευτών μεταλλεύματος σφαιριδίων σιδήρου

ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΜΕΤΑΛΛΕΥΜΑΤΟΣ ΣΤΟΝ ΚΟΣΜΟ



Τα τελικά προϊόντα μεταφέρονται με τον σιδηρόδρομο στους λιμένες Narvik και Luleå

Narvik

Luleå