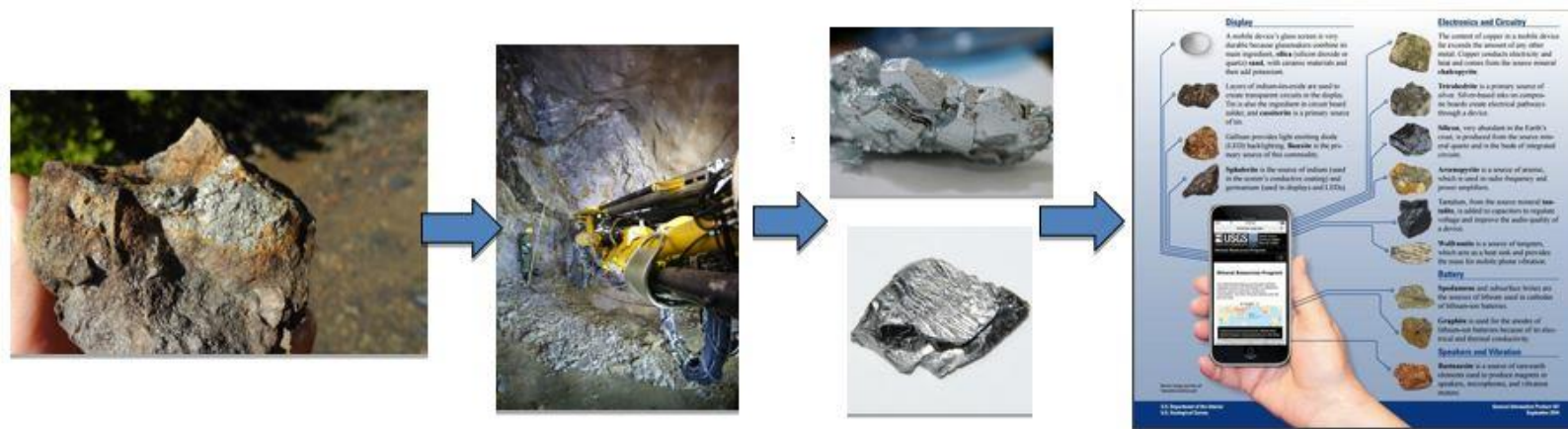




Στρατηγικές Βιομηχανικές Αλυσίδες Αξίας και Κρίσιμες Ορυκτές Πρώτες Ύλες της Ευρώπης

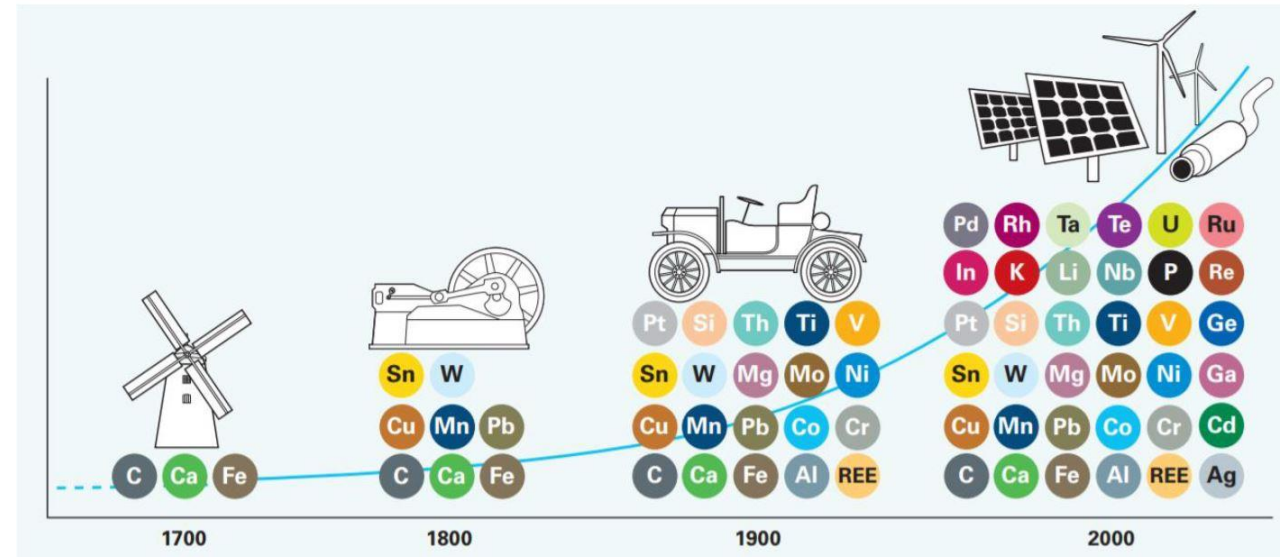
Νίκος Αρβανιτίδης, Οικονομικός Γεωλόγος
Γεωλογικό Ινστιτούτο Σουηδίας



Η παρουσίαση μου σήμερα αφορά κυρίως στις τρέχουσες τάσεις και ανάγκες σε κρίσιμες ορυκτές πρώτες ύλες (ΚΟΠΥ), τους δυναμικούς κοιτασματολογικούς στόχους και τις σχετικές εξελίξεις που προκύπτουν στις βιομηχανικές αλυσίδες αξίας της ΕΕ

- Γιατί και για ποιο λόγο η ευρωπαϊκή λίστα ΚΟΠΥ ;
- Ποια είναι η τρέχουσα κατάσταση και τι πρέπει να γίνει στα θέματα Οικονομικής Γεωλογίας των ΚΟΠΥ και των σχετικών αλυσίδων αξίας;
- Ποιες οι δυσλειτουργίες που καθιστούν σήμερα δύσκολη και αβέβαιη την πρόβλεψη για το μέλλον των ΚΟΠΥ- το παράδειγμα των Σπανίων Γαιών (ΣΓ)
- Ποιοι είναι οι κίνδυνοι, οι επιπτώσεις και οι συνέπειες που μπορεί να προκύψουν και ποιες θα μπορούσαν να είναι οι λύσεις;

Αυξανόμενη κατανάλωση ΟΠΥ



Πως και γιατί;

Source: BP – Materials critical to the energy revolution (2014)

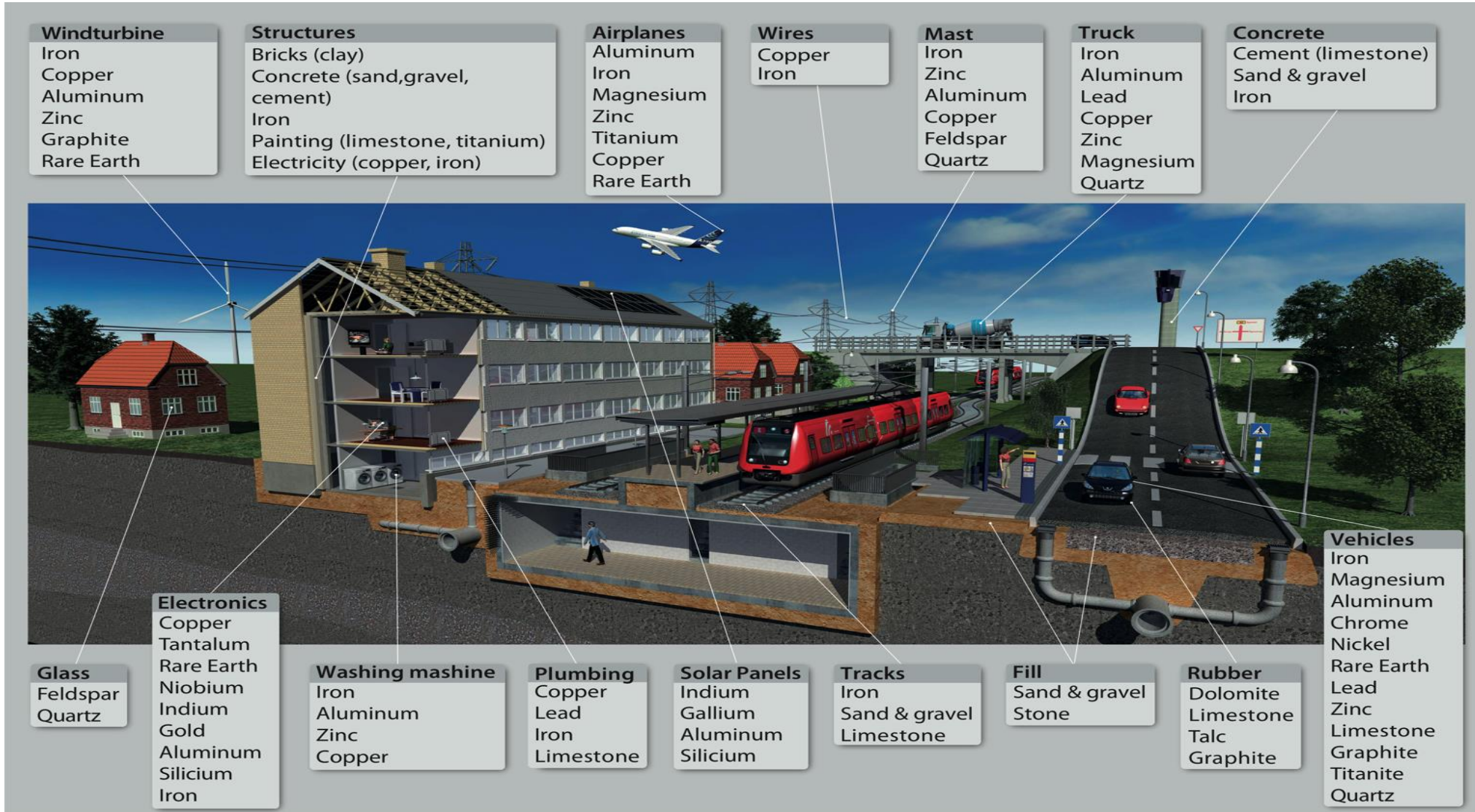
- Τι είναι αυτό που θέλουμε
- Πως το κάνουμε πρακτικά εφικτό
- Γιατί είναι απαραίτητη η βιώσιμη διαχείριση και χρήση των ορυκτών πρώτων υλών



ed

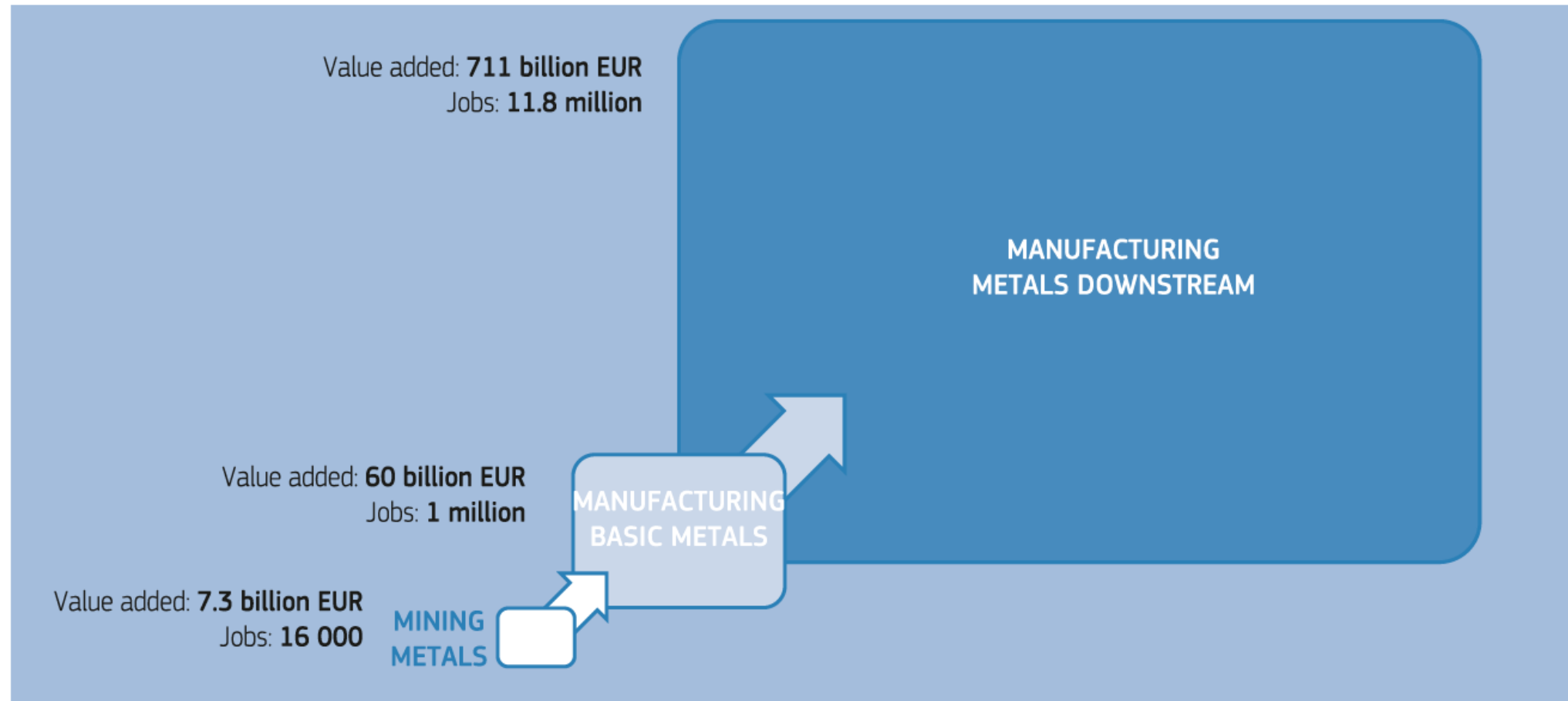
:

Οι ορυκτές πρώτες ύλες χρειάζονται παντού

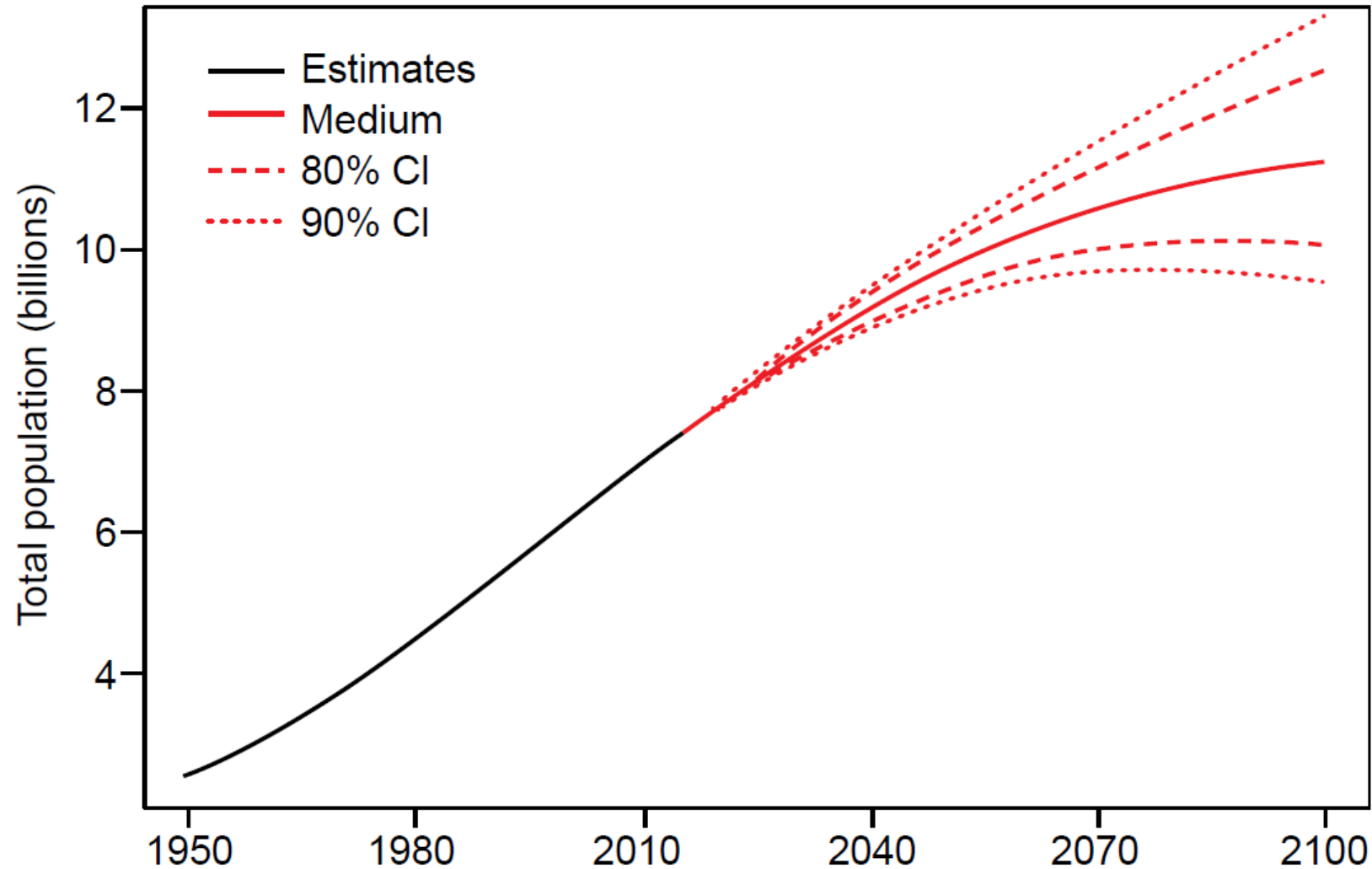


Η απασχόληση στη βάση της κοινωνικής συνοχής

Figure 19: Value added and number of jobs associated with metals (mining, basic manufacture and downstream sectors) in the EU (2012)⁸²



Παγκόσμια πλυθησµιακή αύξηση



Source: United Nations, Department of Economic and Social Affairs. Population Division (2015). World Population Prospects: The 2015 Revision, New York, United States.

Οι 17 στόχοι των ΗΕ προς την Βιώσιμη Ανάπτυξη



The extractive sector, if well managed, can play a positive role in promoting broad-based development and structural transformation of economies.

SDG 1 Poverty eradication
Mining generates significant revenue streams through taxes, royalties and dividends for governments to invest in socioeconomic development.

SDG 6 Clean water and sanitation & SDG 15 Life on land
Mining requires access to land and water, which gives rise to significant and wide-ranging landscape impacts that must be managed responsibly.

SDG 7 Affordable and clean energy & SDG 13 Climate action
Mining activities are also energy- and emissions-intensive in terms of the production and downstream uses of mining products.

SDG 8 Decent work and economic growth
Mining can alter the lives of local communities, offering opportunities for jobs and training, while contributing to economic and social inequities if not appropriately managed.

SDG 9 Industry, innovation, and infrastructure
Mining can help drive economic development and diversification through direct and indirect economic benefits, the development of new technologies and by spurring the construction of new infrastructure for transport, communications, water and energy.

SDG 16 Peace, justice, and strong institutions
Mining can contribute to peaceful societies by avoiding and remedying company-community conflict, respecting human rights (including those of indigenous peoples) and by supporting the representative decision-making of citizens and communities in extractives development.

UN environment programme
International Resource Panel
Mineral Resource Governance in the 21st Century: Gearing Extractive Industries towards Sustainable Development
Download the report at www.resourcepanel.org/reports/mineral-resource-governance-21st-century

Η ενεργειακή μετάβαση και η ηλεκτροκίνηση στηρίζονται και εξαρτώνται από την παραγωγή και χρήση ορυκτών πρώτων υλών

Brown Economy

Fossil Fuels for combustion engines, generators and power stations: oil, gas, coal

Energy Transition

Green Economy

Functional Materials in e-motors, energy storage, energy conversion containing, for example, Co, Li, Pt, REE, Ge, Ga, Si, V



Fundamental shift in the resource basis of society

Αλυσίδα αξίας των ΟΠΥ



Κυκλική οικονομία

Αποτελεσματική αξιοποίηση

Υπεύθυνη εξόρυξη

Βιώσιμη εκμετάλλευση

Ευρωπαϊκές προκλήσεις σχετικά με τις ΟΠΥ

Ο μεταλλευτικός κλάδος διασφαλίζει την βιωσιμότητα αλυσίδων αξίας της υψηλής τεχνολογίας

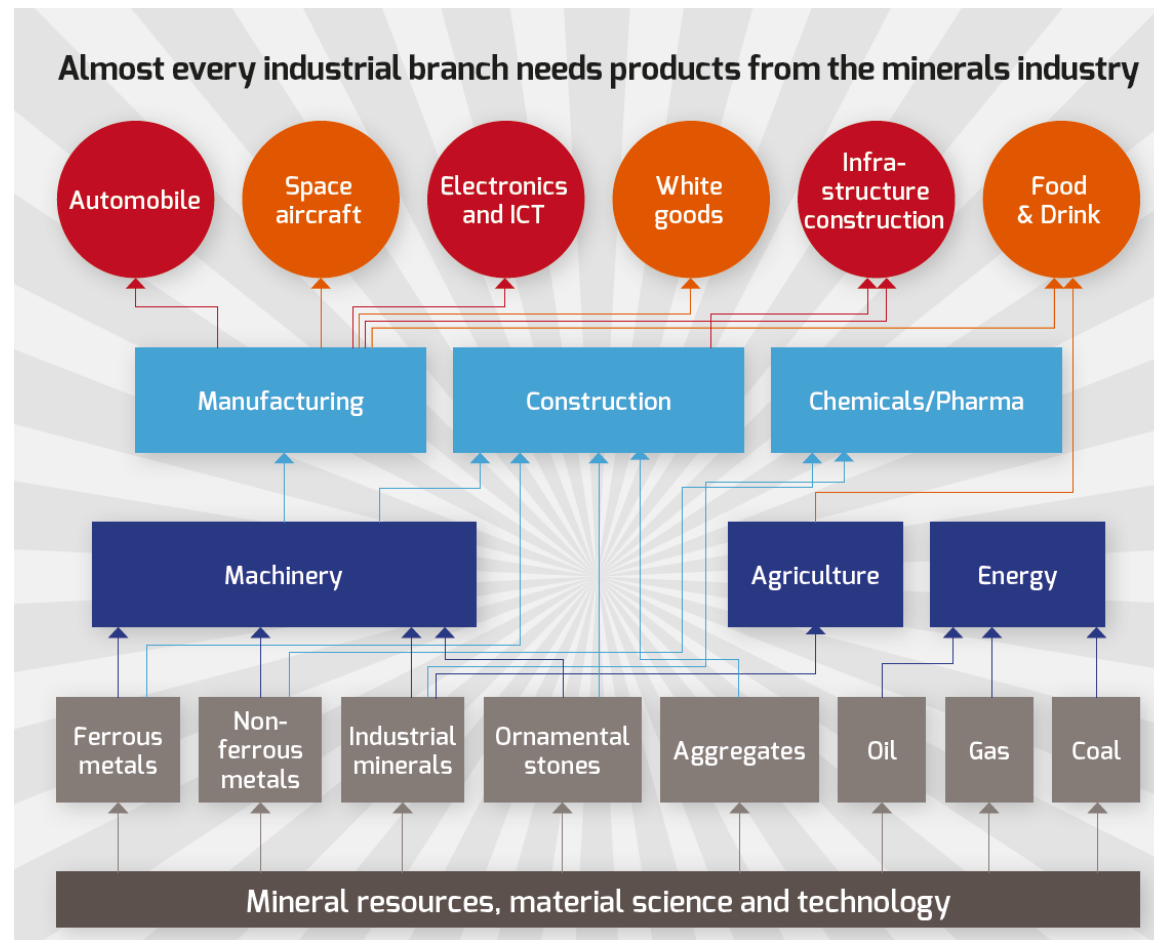
Η αλυσίδα αξίας των ΟΠΥ αναπτύσσεται από τη γεωλογική έρευνα, την εξόρυξη και την επεξεργασία μέχρι την ανακύκλωση μετάλλων

Η ισχυρή περιβαλλοντική δέσμευση τόσο κατά τη λειτουργία, όσο και για την αποκατάσταση της περιοχής εξόρυξης, συνοδεύει την αλυσίδα αξίας εκμετάλλευσης των ΟΠΥ

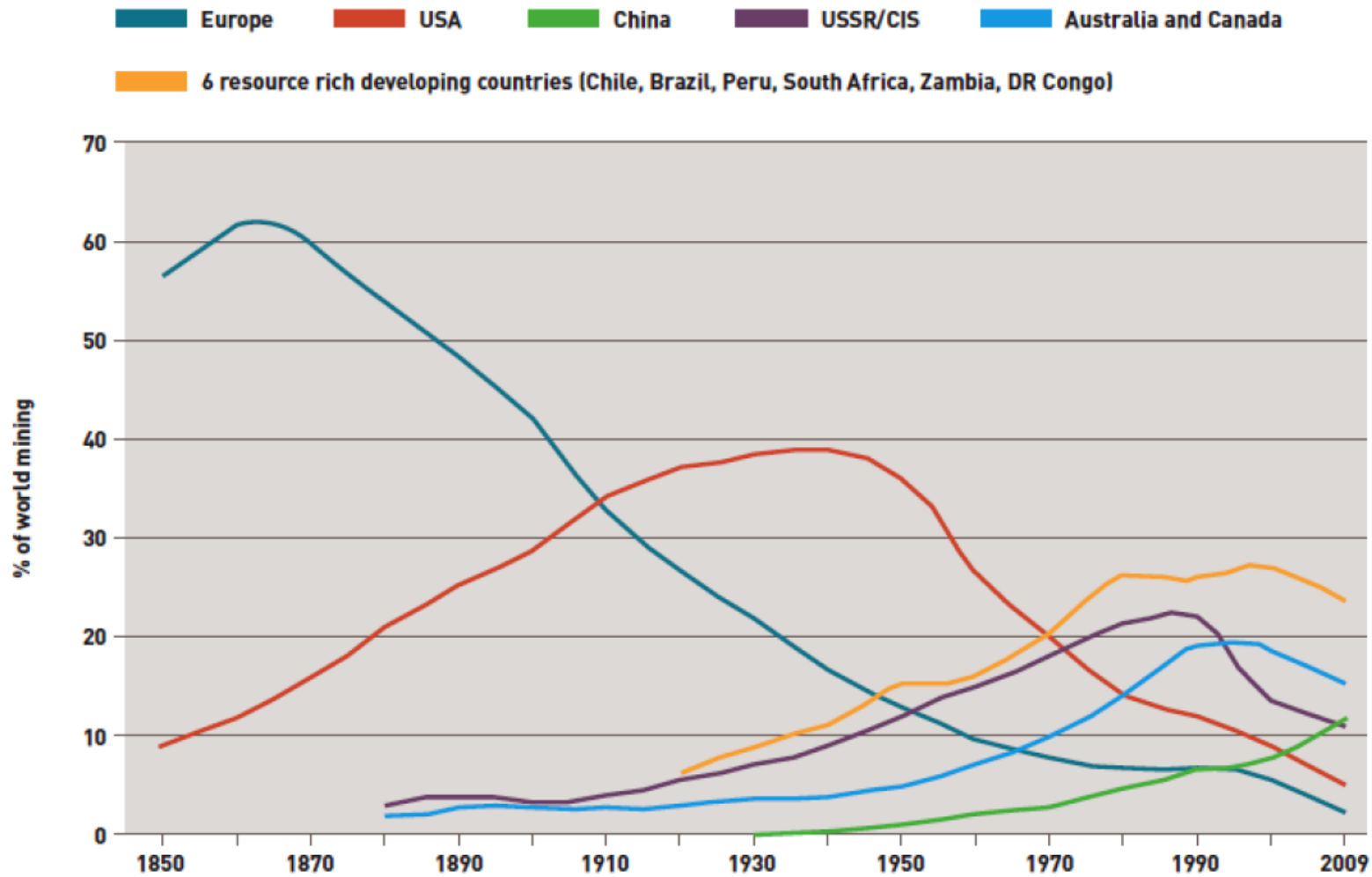
Η μετάβαση σε μια βιώσιμη Ευρώπη με χαμηλές εκπομπές άνθρακα, και στόχο την πράσινη οικονομία

Η ηλεκτροκίνηση και η γενικότερη ηλεκτροποίηση της βιομηχανίας, καθώς και τα συστήματα και εγκαταστάσεις αποθήκευσης και παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές

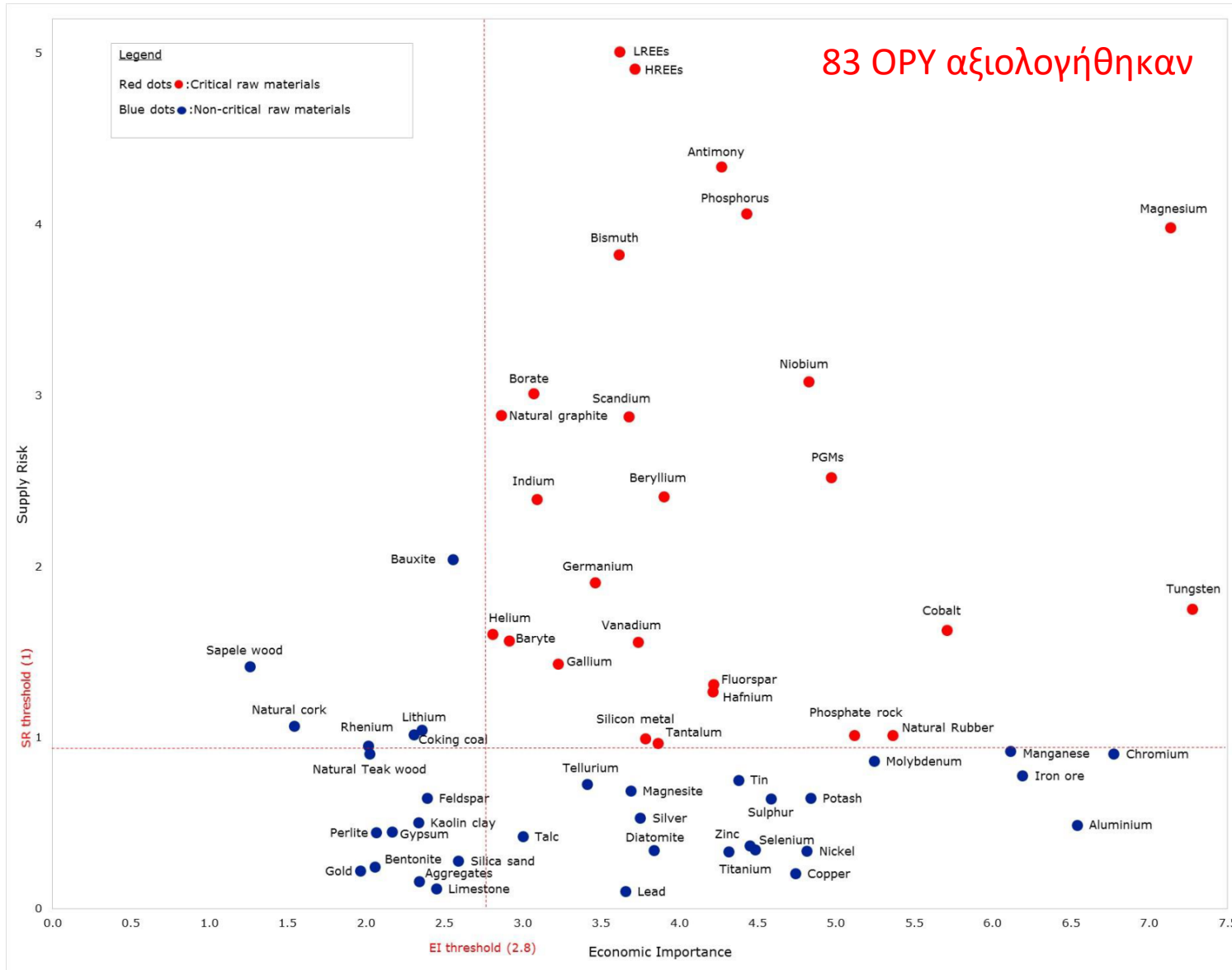
Η παραγωγή αδρανών υλικών για την κατασκευή νέων υποδομών μεταφορών καθώς και νέων οικολογικών κτιρίων



Μεταλλευτικές περιοχές (1850 μέχρι τώρα)



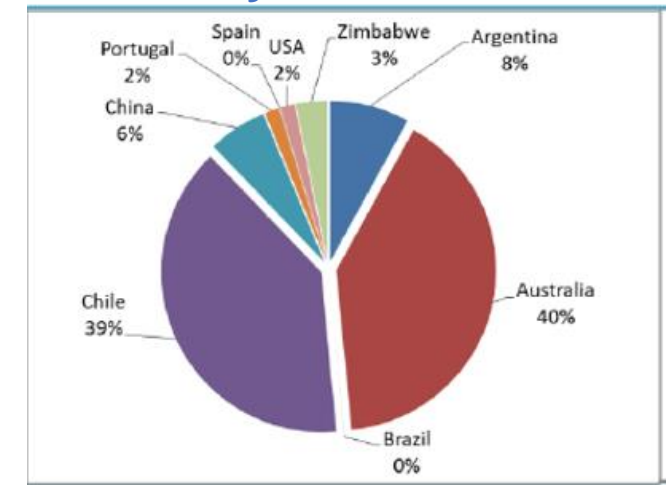
Source: Raw Materials Group, Stockholm, Sweden.



Οικονομική σημασία και επικυδινότητα επάρκειας χαρακτηρίζουν τις ΚΟΡΥ. Η λίστα του 2017

2017 CRMs (27)			
Antimony	Fluorspar	LREEs	Phosphorus
Baryte	Gallium	Magnesium	Scandium
Beryllium	Germanium	Natural graphite	Silicon metal
Bismuth	Hafnium	Natural rubber	Tantalum
Borate	Helium	Niobium	Tungsten
Cobalt	HREEs	PGMs	Vanadium
Coking coal	Indium	Phosphate rock	

Why not Lithium?



Παγκόσμια προσφορά ανά
κάθε ΚΟΠΥ ξεχωριστά (%)

Παγκόσμια
προσφορά ΚΟΠΥ
με συγκεκριμένη
αναφορά στις
Σπάνιες Γαιές και
τα Πλατινοειδή
(μέσος όρος %)

Material	Stage ¹¹	Main global supplier	Share	Material	Stage	Main global supplier	Share
1 Antimony	P	China	87%	23 Natural graphite	E	China	69%
2 Baryte	E	China	44%	24 Natural Rubber	E	Thailand	32%
3 Beryllium	E	USA	90%	25 <i>Neodymium</i>	E	China	95%
4 Bismuth	P	China	82%	26 Niobium	P	Brazil	90%
5 Borate	E	Turkey	38%	27 <i>Palladium</i>	P	Russia	46%
6 <i>Cerium</i>	E	China	95%	28 Phosphate rock	E	China	44%
7 Cobalt	E	DRC	64%	29 Phosphorus	P	China	58%
8 <i>Dysprosium</i>	E	China	95%	30 <i>Platinum</i>	P	S. Africa	70%
9 <i>Erbium</i>	E	China	95%	31 <i>Praseodymium</i>	E	China	95%
10 <i>Europium</i>	E	China	95%	32 <i>Rhodium</i>	P	S. Africa	83%
11 Fluorspar	E	China	64%	33 <i>Ruthenium</i>	P	S. Africa	93%
12 <i>Gadolinium</i>	E	China	95%	34 <i>Samarium</i>	E	China	95%
13 Gallium*	P	China	73%	35 Scandium	P	China	66%
14 Germanium	P	China	67%	36 Silicon metal	P	China	61%
15 Hafnium	P	France	43%	37 Tantalum	E	Rwanda	31%
16 Helium	P	USA	73%	38 <i>Terbium</i>	E	China	95%
17 <i>Holmium</i>	E	China	95%	39 <i>Thulium</i>	E	China	95%
18 Indium	P	China	56%	40 Tungsten	E	China	84%
19 <i>Iridium</i>	P	S. Africa	85%	41 Vanadium	P	China	53%
20 <i>Lanthanum</i>	E	China	95%	42 <i>Ytterbium</i>	E	China	95%
21 <i>Lutetium</i>	E	China	95%	43 <i>Yttrium</i>	E	China	95%
22 Magnesium	P	China	87%				

Legend

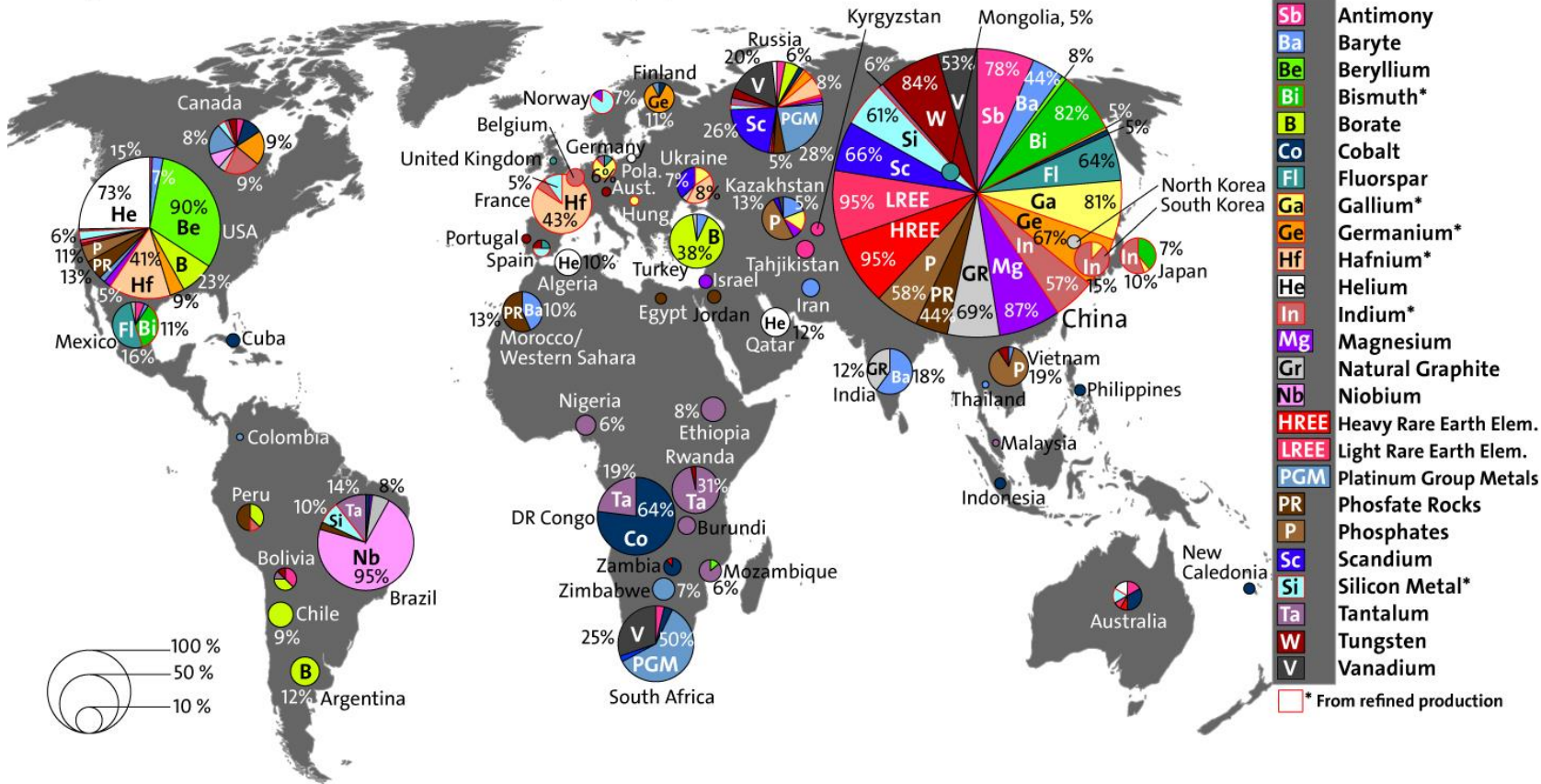
Stage	E = Extraction stage P = Processing stage
HREEs	Dysprosium, erbium, europium, gadolinium, holmium, lutetium, terbium, thulium, ytterbium, yttrium
LREEs	Cerium, lanthanum, neodymium, praseodymium and samarium
PGMs	Iridium, palladium, platinum, rhodium, ruthenium

*Global supply calculation based on production capacity.

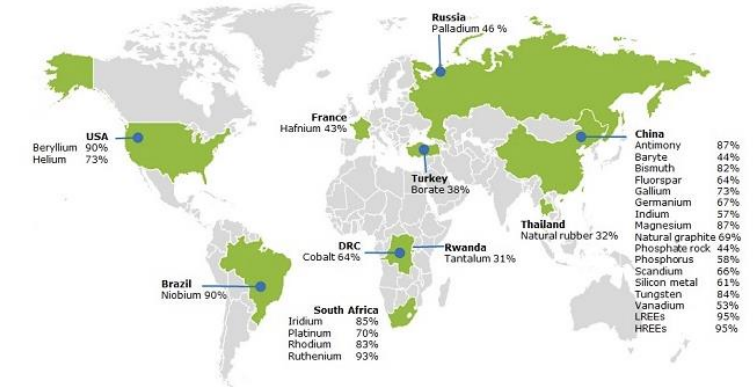
Material	Stage ¹	Main global supplier	Share
HREEs	E	China	95%
LREEs	E	China	95%
PGMs (iridium, platinum, rhodium, ruthenium)	P	South Africa	83%
PGMs (palladium)	P	Russia	46%

Global Supply of EU Critical Minerals and Metals

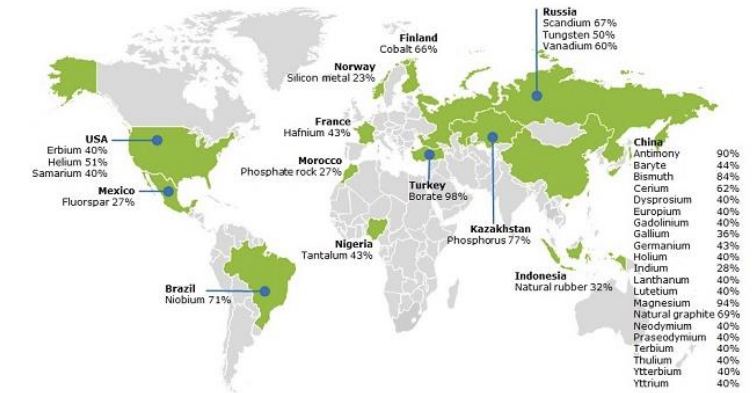
The pie charts show the percent distribution of the production of critical metals and minerals. In total, it is 100% for each raw material. The area of the pies are proportional. SGU 2017.



Countries accounting for largest share of global supply of CRMs



Countries accounting for largest share of EU supply of CRMs

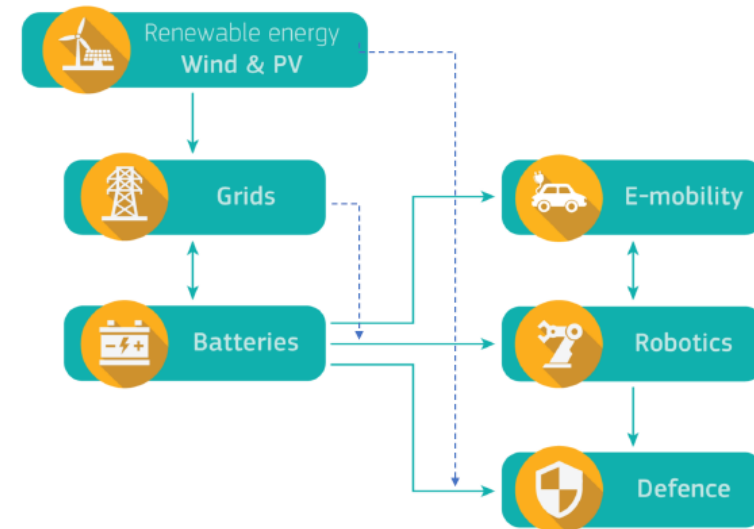


Χάρτης που δείχνει το ποσοστό με το οποίο διάφορες χώρες συμμετέχουν στην παγκόσμια προσφορά ΚΟΠΥ (Arvanitidis N. & Lars Norlin, 2017, SGU)

https://ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials/specific-interest/critical_en

Η ΕΕ και προφανώς ο υπόλοιπος κόσμος αντιμετωπίζει την αυξανόμενη ζήτηση για ΟΠΥ που συνδέεται κυρίως με την ανοδικά εξελισσόμενη ψηφιακή επανάσταση, τις τεχνολογίες καινοτομίας στην ηλεκτροκίνηση και την τεχνητή νοημοσύνη, την μετάβαση σε ενεργειακές χρήσεις χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Αυτή η εξέλιξη καθιστά απαραίτητη την διαφοροποίηση υφιστάμενων ή τη δημιουργία νέων βιομηχανικών αλυσίδων αξίας που στηρίζονται στις ΟΠΥ, από το αρχικό στάδιο της έρευνας, και μέσω της καθετοποιημένης αξιοποίησης στο τελικό στάδιο της τελικής χρήσης και βιομηχανικής παραγωγής. Η ένταση στην οικονομία και στην κοινωνία, για την διασφάλιση αποθεματικού κοιτασματολογικού δυναμικού ΟΠΥ ικανού να καλύψει τις διαρκώς αυξανόμενες ανάγκες, θα συνεχίσει να παραμένει ιδιαίτερα υψηλή, ιδιαίτερα στην περίπτωση των ΚΟΠΥ, οι οποίες κατά 60% περίπου σχετίζονται με την επιχειρηματικότητα στις νέες τεχνολογίες και την καινοτομία.

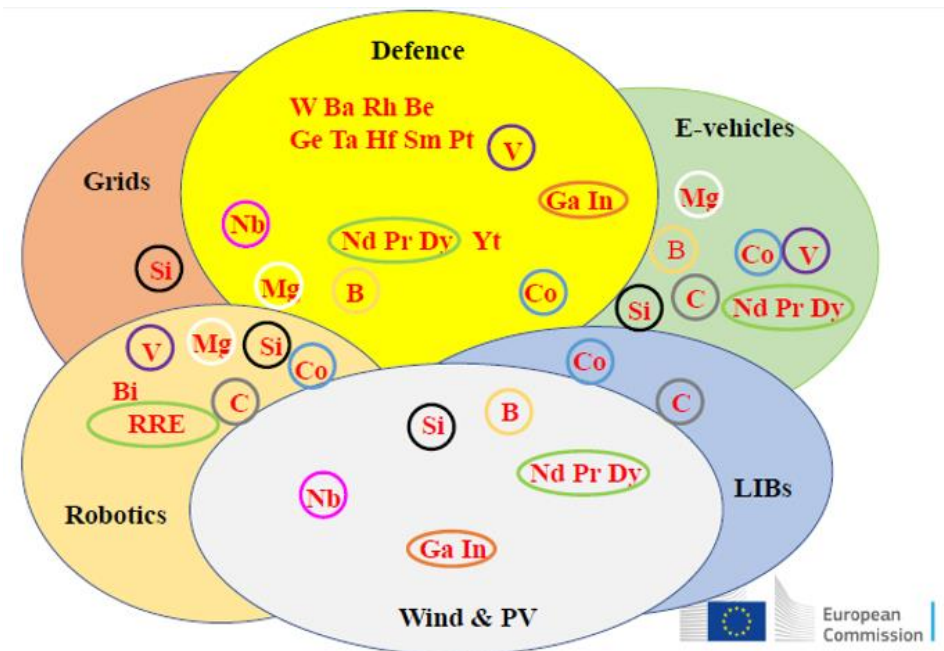
Strategic value chains Target sectors / technologies



Source: JRC's Institute for Energy and Transport presented a report on the use of critical raw materials -CRM in six key strategic value chains for the EU

Στρατηγικές αλυσίδες αξίας στη βάση των κρίσιμων και άλλων ΟΠΥ

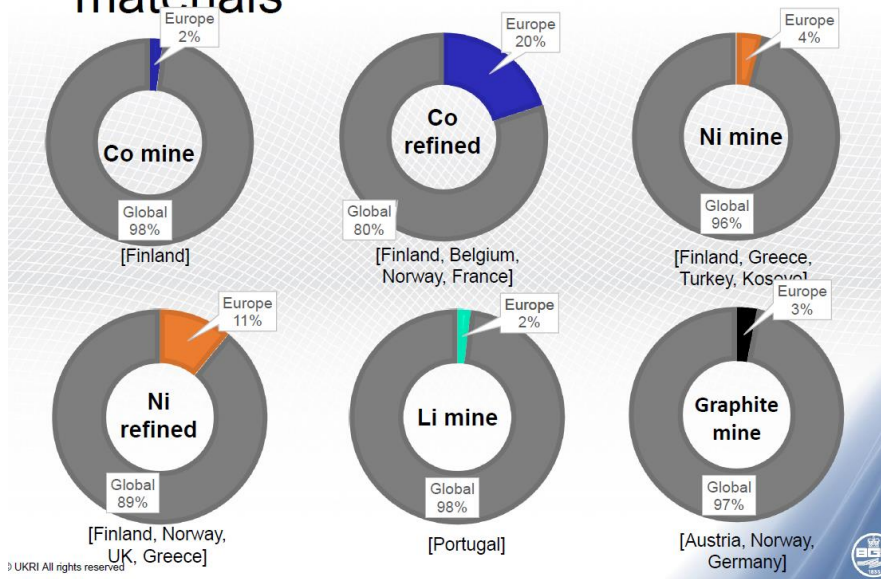
- ΑΠΕ- Ανεμογεννήτριες & Φωτοβολταϊκά: Al, Cu, Pb, **Nd**, **Pr**, **Dy**, **B**, Mn, Ni, Cr, Fe, Mo, **Nb**, Ag, Zn, **Ga**, Se, Te, Cd, **In**, **Si**, Sn
- Ηλεκτρικά και άλλα δίκτυα: Cu, Al, Ni, Fe, **Si**
- Μπαταρίες λιθίου: Ni, **Co**, Cu, Li, Al, Mn, **V**, **C-graphite**
- Ηλεκτρικά αυτοκίνητα: Ni, **Co**, Cu, Li, Al, Mn, **C-graphite**, Fe, Cr, Mo, **V**, **Si**, **Mg**, **B**, **Nd**, **Pr**, **Dy**
- Τεχνική νοημοσύνη: Fe, Al, Cr, **Co**, Mo, **Si**, **C-graphite**, Ti, Ni, **Mg**, **V**, Cu, Pb, Ag, Sn, Sb, **Bi**, Au, Mn, Zn, **REE**, Li
- Αμυντική βιομηχανία: Al, Cu, Pb, **Nb**, **W**, **Ba**, **Ga**, Li, **Rh**, **V**, **Be**, **Ge**, **Mg**, **Ta**, Zn, Cd, **Hf**, Mn, Zr, Cr, **In**, Mo, Sn, **Co**, Fe, Ni, Ti, **Dy**, **Nd**, **Pr**, **Sm**, **Yb**, Au, **Pt**, Ag, **B**, Se



- Η Κίνα παράγει παγκόσμια το 50% περίπου όλων των ΟΠΥ που απαιτούνται για τις έξι στρατηγικές αλυσίδες αξίας
- Η Κίνα κατέχει την πρώτη θέση σε όλες τις επιμέρους δραστηριότητες (εξόρυξη, εμπλουτισμός, μεταλλουργία) που συνθέτουν τις αλυσίδες αξίας των ΚΟΠΥ
- Η μεταποιητική βιομηχανία Ευρώπης στο τέλος της αλυσίδας αξίας, λιγότερο εξαρτημένη και περισσότερο ανταγωνιστική

Source: JRC's Institute for Energy and Transport presented a report on the use of critical raw materials -CRM in six key strategic value chains for the EU

European battery raw materials



Mining production

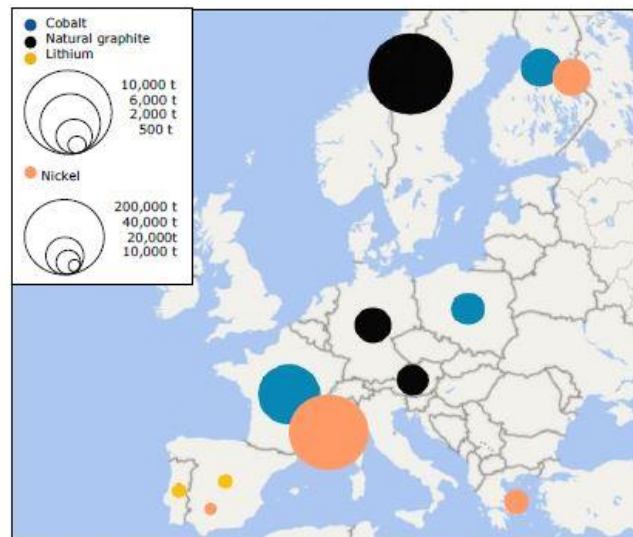


Figure 1 – Mining production in Europe: cobalt, lithium, natural graphite, nickel; metallic content, tonnes (2016) (Source: Survey on battery raw materials RMSG, 2018)

Cobalt: 9,698 t (7.7%)
Lithium: 322 t (0.9%)
Natural graphite: 12,650 t (1.1%)
Nickel: 270,126 t (13.8%)

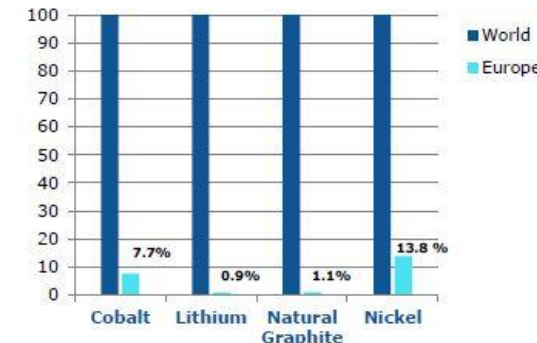
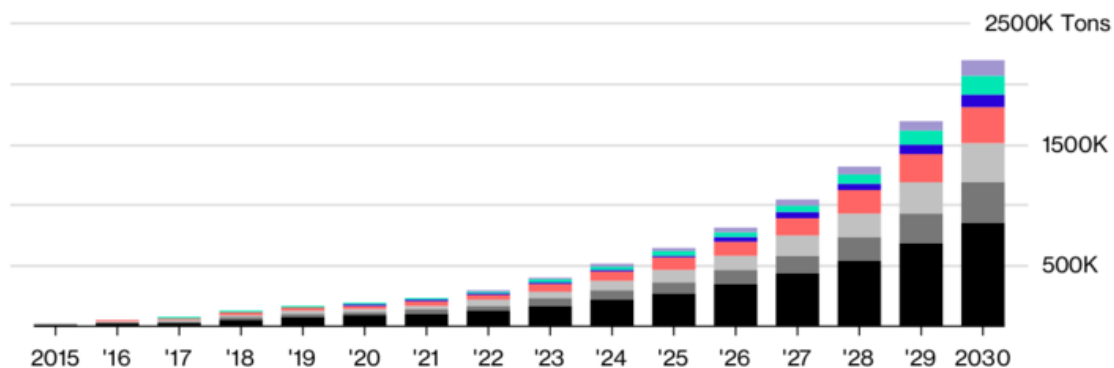


Figure 2 – World share of European production (2016) (Source: Survey Member States- RMSG, 2018)

Demand Surge

Global metals and materials demand from EV lithium-ion batteries

■ Graphite ■ Nickel ■ Aluminum ■ Copper ■ Lithium ■ Cobalt ■ Manganese



Source: Bloomberg New Energy Finance

Bloomberg

Η συμμετοχή των ευρωπαϊκών ΟΠΥ μπαταρίας στην παγκόσμια παραγωγή

Raw Materials

Περισσότερα ορυκτά και μέταλλα στα ηλεκτρικά αυτοκίνητα

Paris Declaration

Limiting the global temperature increase to below 2 degrees Celsius

≈ **110 million electric cars in 2030**



0,5-1 κιλό νεοδύμιου και δυσπρόσιου

Source: Worldbank

IEA B2DS

Targeting the achievement of net zero emissions from the energy sector shortly after 2060

≈ **200 million electric cars in 2030**

Deep Decarbonisation

Scenarios of Evs sales worldwide



EVs are becoming **more affordable**

beyond 2025 decreasing battery costs will push EVs to price parity with ICE

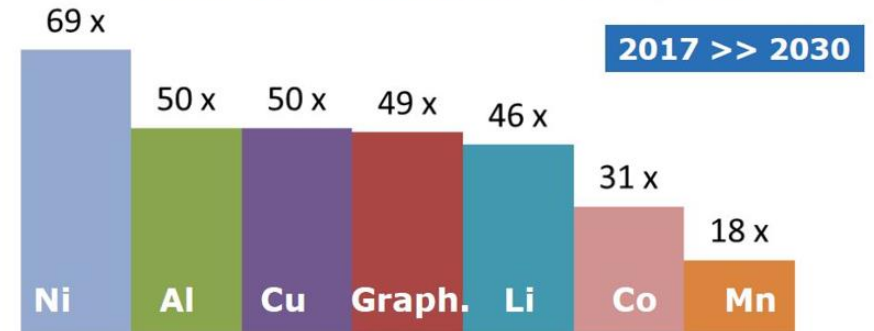
EVs are becoming **more practical**

Faster and more available charging infrastructure



will be increasingly used

An **exponential growth in the demand for battery raw materials** is anticipated



RM demand growth driven by batteries to be deployed in passenger EVs between today and 2030 (JRC based on Bloomberg, 2018)



Source: Alves Dias P., Blagoeva D., Pavel C., Arvanitidis N., 2018: Cobalt: demand-supply balances in the transition to electric mobility. JRC Science for Policy Report, European Commission

Αλληλοσυνδεόμενες αλυσίδες αξίας ηλεκτροκίνησης και μπαταριών λιθίου-Το παράδειγμα του κοβαλτίου



Large scale deployment of EVs strongly influenced by raw materials availability and stable supply

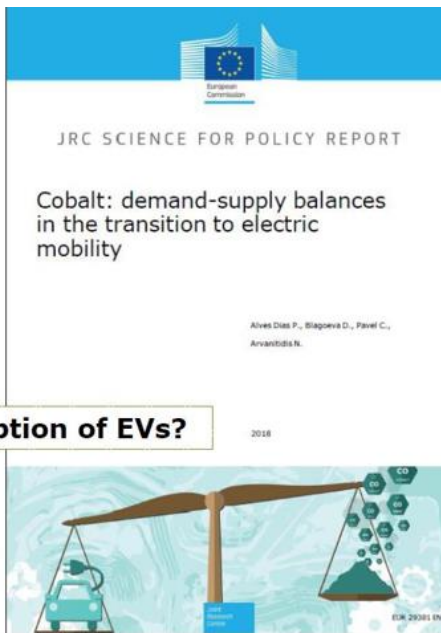


A limiting factor in the deployment of LIB?

Critical Raw Material

Alves Dias P., Blagoeva D., Pavel C., Arvanitidis N., Cobalt: demand-supply balances in the transition to electric mobility, EUR 29381 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2018, doi:10.2760/97710.

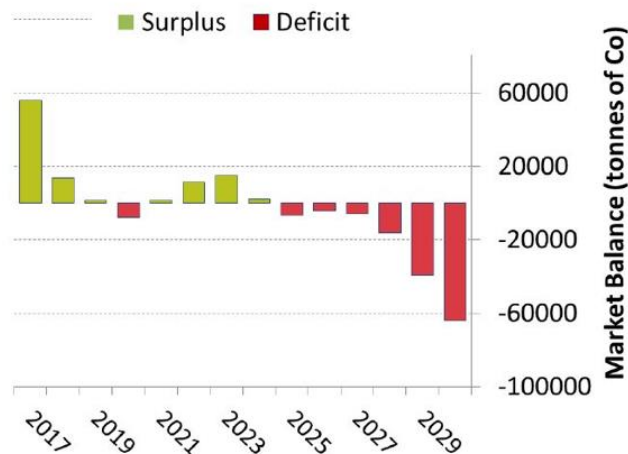
Bottlenecks to the adoption of EVs?



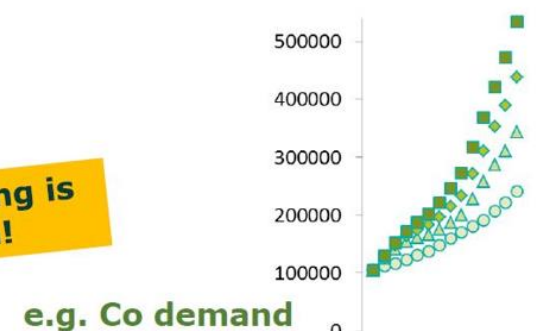
Θα μπορέσει η παραγωγική εξέλιξη κοβαλτίου να καλύψει την παγκόσμια ζήτηση 64.000 τόνων μέχρι 2030;

Under average conditions around **64 000 tonnes of additional cobalt will be needed** to cover global demand in 2030

Balances between supply and demand do **not point to a relaxed situation** in the future!



But forecasting is uncertain!

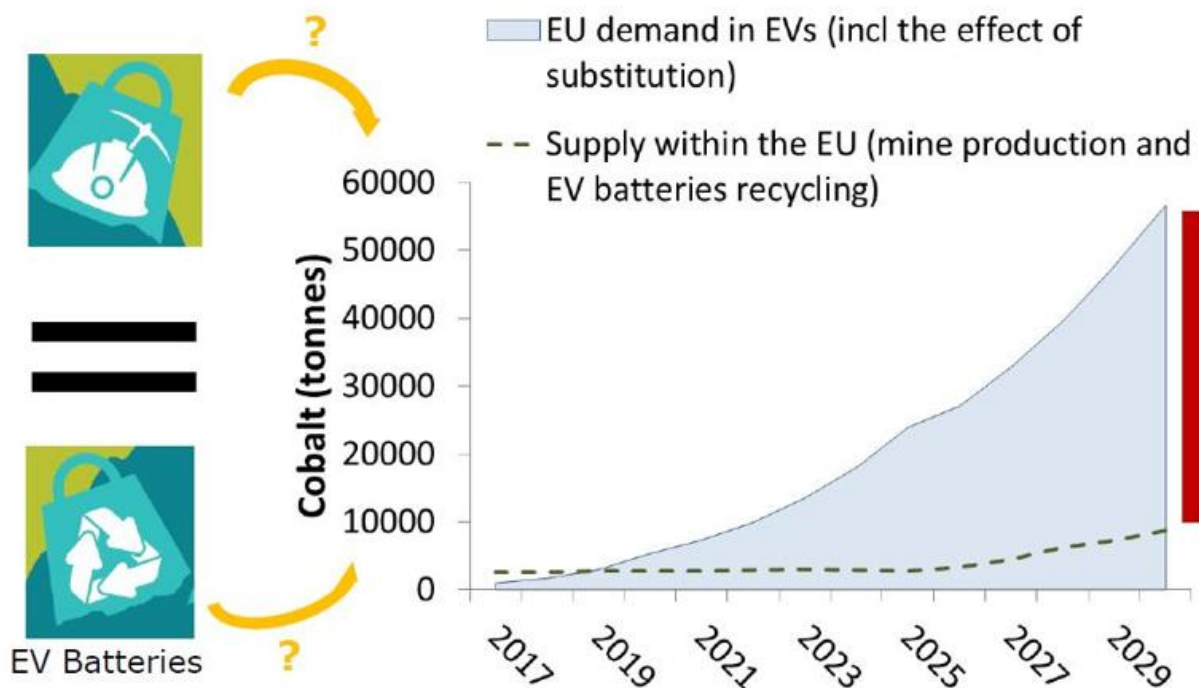


Source: Alves Dias P., Blagoeva D., Pavel C., Arvanitidis N., 2018: Cobalt: demand-supply balances in the transition to electric mobility. JRC Science for Policy Report, European Commission

Πόσο από το ζητούμενο κοβάλτιο μπορεί να προέλθει από ευρωπαϊκές πηγές;

Το 2030, 8.700 τόνοι κοβαλτίου μέσω εξόρυξης και ανακύκλωσης στην Ευρώπη, ποσότητα που μπορεί να καλύψει μόνο το 15% των αναγκών της ευρωπαϊκής βιομηχανίας ηλεκτρικών αυτοκινήτων

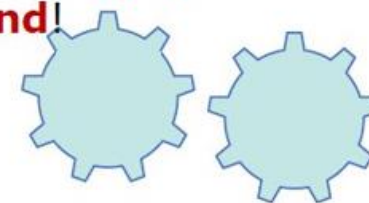
Future mobility will have to rely on **cobalt extracted within the EU** by **opening of new mines** and **recovering it through recycling!**



In 2030, 8 700 tonnes of cobalt can proceed from mining and EV batteries recycling activities in the EU

... by then, **internal EU supply can meet around 15 % of European demand in the EVs sector**

But there is a **growing gap between internal supply and demand!**

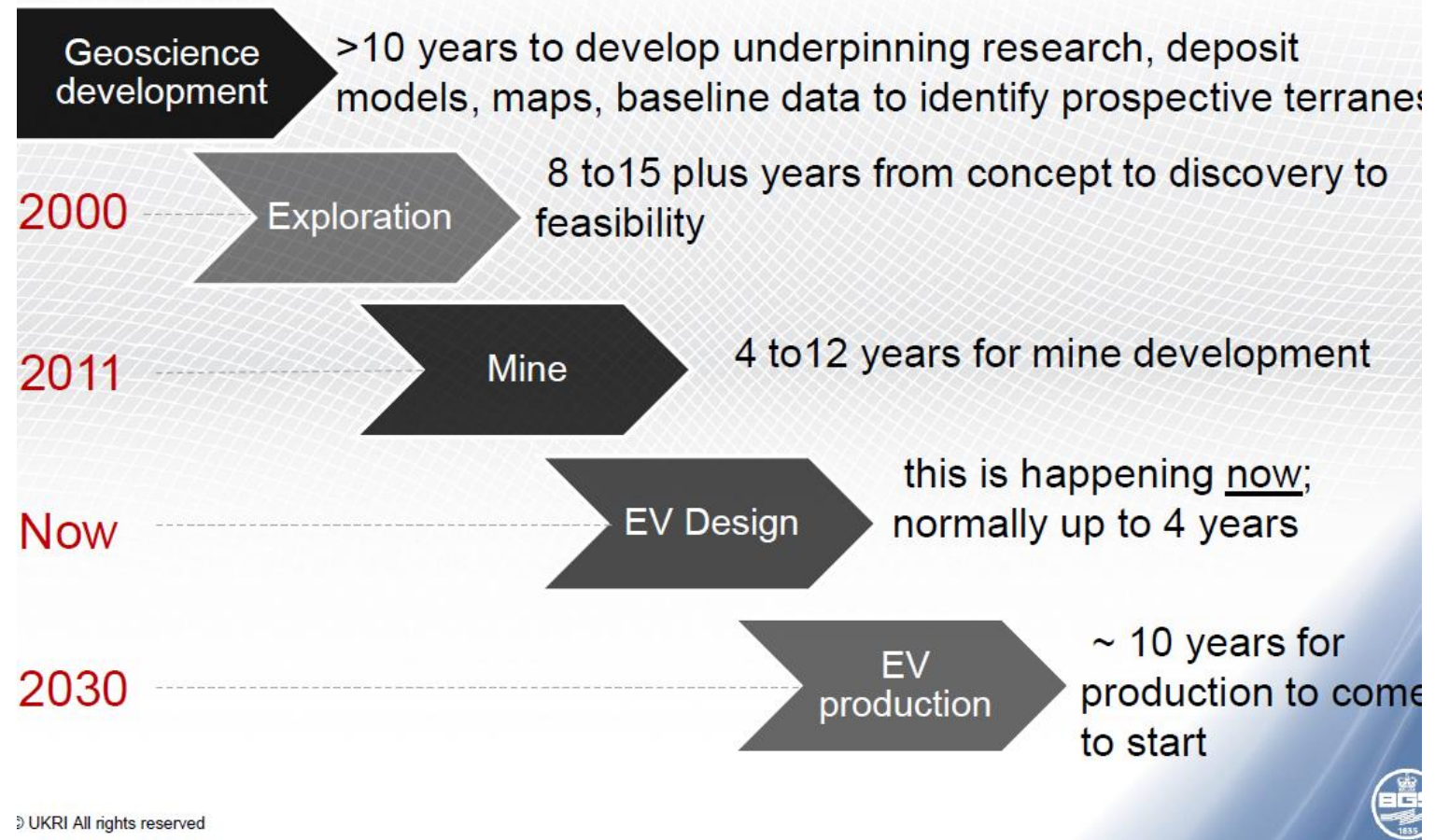


Source: Alves Dias P., Blagoeva D., Pavel C., Arvanitidis N., 2018: Cobalt: demand-supply balances in the transition to electric mobility. JRC Science for Policy Report, European Commission

Το κυράρχο στοίχημα για την υλοποίηση της ηλεκτροκίνησης είναι η πρόσβαση στις απαιτούμενες ΟΠΥ

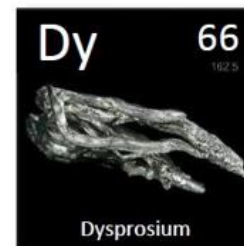
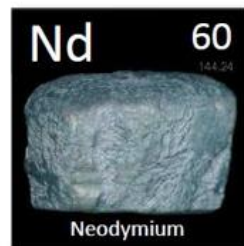
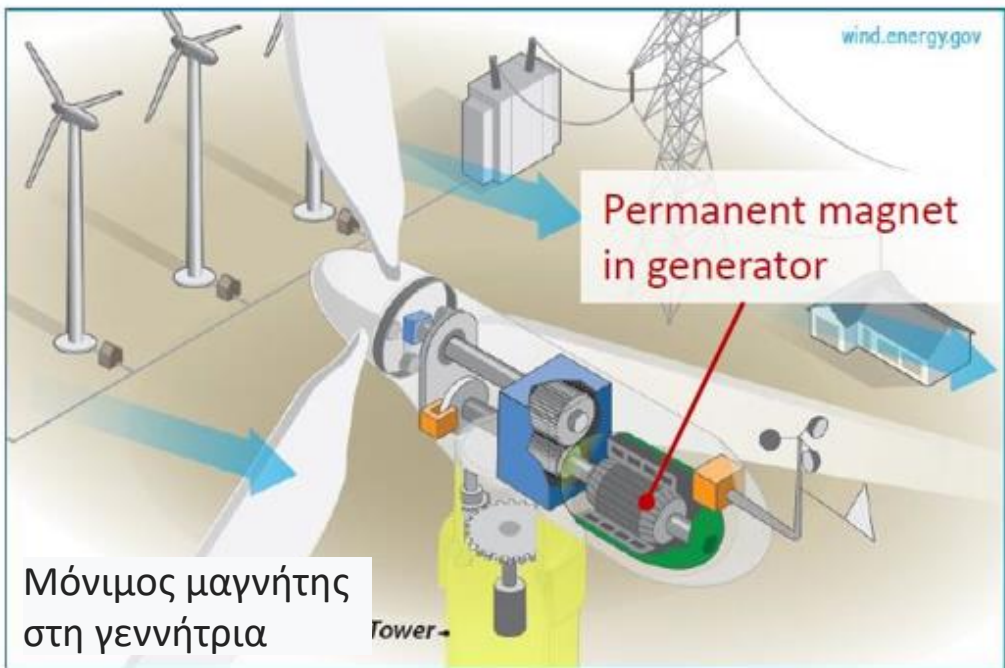
Διαπιστώνεται ότι ο χρόνος πλήρους μεταλλευτικής απόδοσης ενός κοιτασματολογικού έργου (περίπου 15 χρόνια) ξεπερνά και δεν συμβαδίζει με το σχέδιο και χρονοδιάγραμμα κατασκευής και βιομηχανικής παραγωγής ηλεκτρικών αυτοκινήτων.

Automotive: decisions to 2030 the Full picture



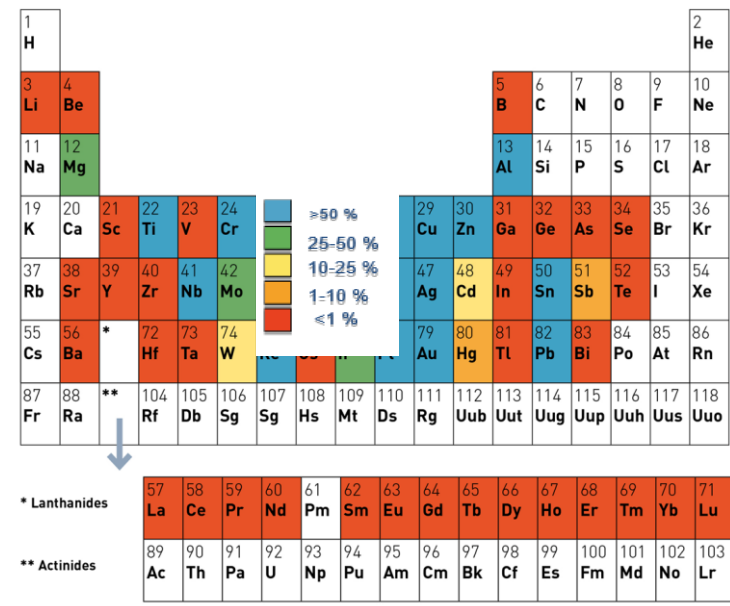
Source: Battery Raw Materials-A Global and European Perspective. Evi Petavratzi, BGS

Ανεμογεννήτριες και φωτοβολταϊκά, στην κατασκευαστική και λειτουργική «ομηρία» των Σπανίων Γαιών



Η Κίνα παράγει το 79% στον κόσμο

Οι μόνιμοι μαγνήτες στις ανεμογεννήτριες χρησιμοποιούν το 10% νεοδύμιου και δυσπρόσιου που παράγονται στον κόσμο



Το 23% των ανεμογεννητριών χρησιμοποιούν μόνιμους μαγνήτες ποσοστό που θα αυξηθεί στο 72% μέχρι το 2030

Δεν υπάρχουν σήμερα λύσεις υποκατάστασης ενώ η προσφορά από την ανακύκλωση είναι μικρότερη του 1%

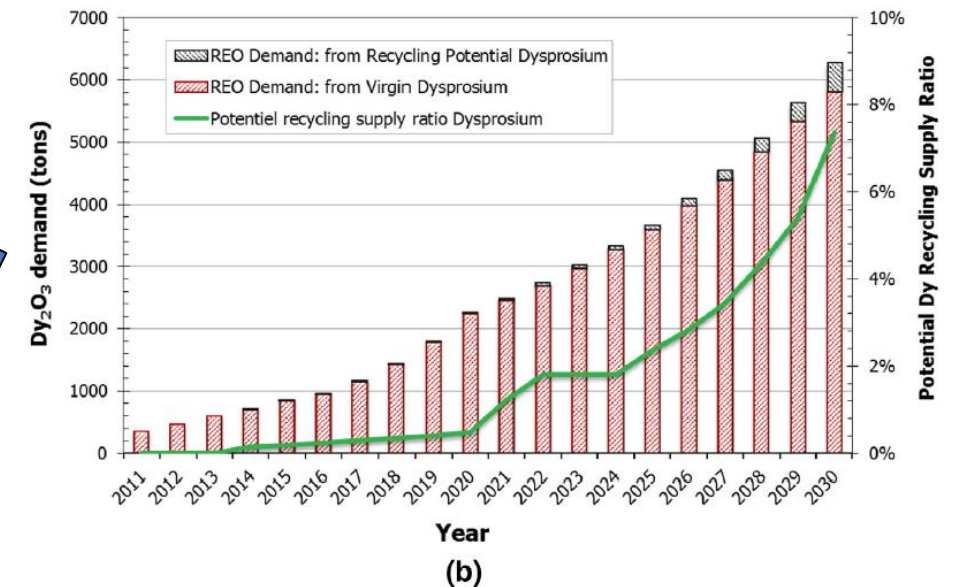
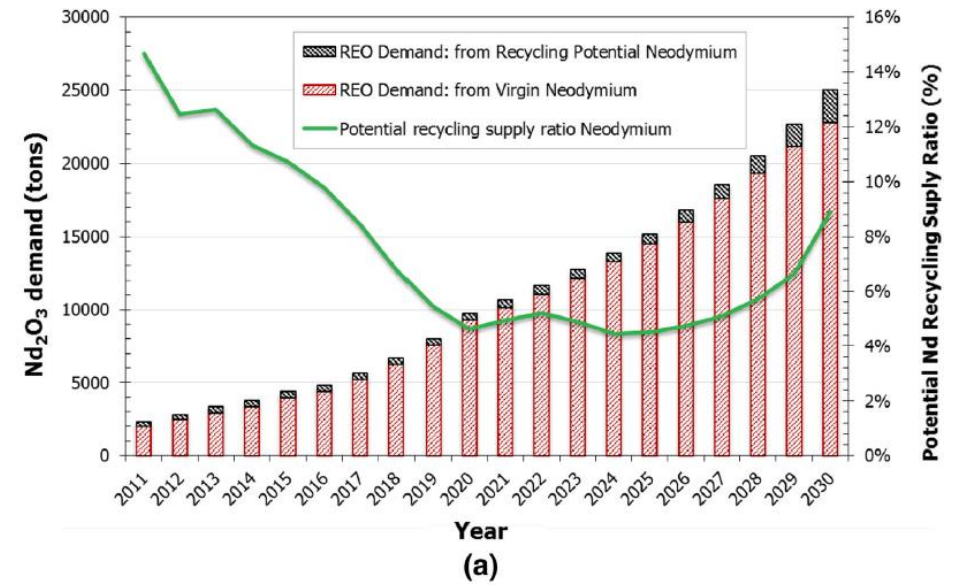
Για δυναμικότητα 3 MW: 335 τόνοι ατσάλι, 1200 τόνοι σκυρόδεμα, 4,7 τόνοι χαλκού, 3 τόνοι αλουμινίου, 500 κιλά ψευδαργύρου, 550 κιλά νεοδύμιο και 90 κιλά δυσπρόσιο

Ανακύκλωση ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών αποβλήτων

- Στην επόμενη δεκαετία δεν προβλέπεται σημαντική παραγωγή σπανίων γαιών από την ανακύκλωση
- Γενικά η αποτελεσματικότητα του μεταλλουργικού διαχωρισμού παραμένει η κύρια τεχνολογική
- Υπολογίζεται ότι απαιτούνται 10 χρόνια για να ολοκληρωθεί μια πρακτική ανακύκλωσης.
- Η ανακύκλωση δεν μπορεί να συμβάλει σημαντικά στην αντιμετώπιση των αναγκών σπανίων γαιών μέχρι το 2050. Υπολογίζεται θα αργήσει μέχρι το 2100 για να συμβάλει η ανακύκλωση στο 50% της συζήτησης σπανίων γαιών

Η ανακύκλωση είναι σημαντική αλλά δεν φθάνει

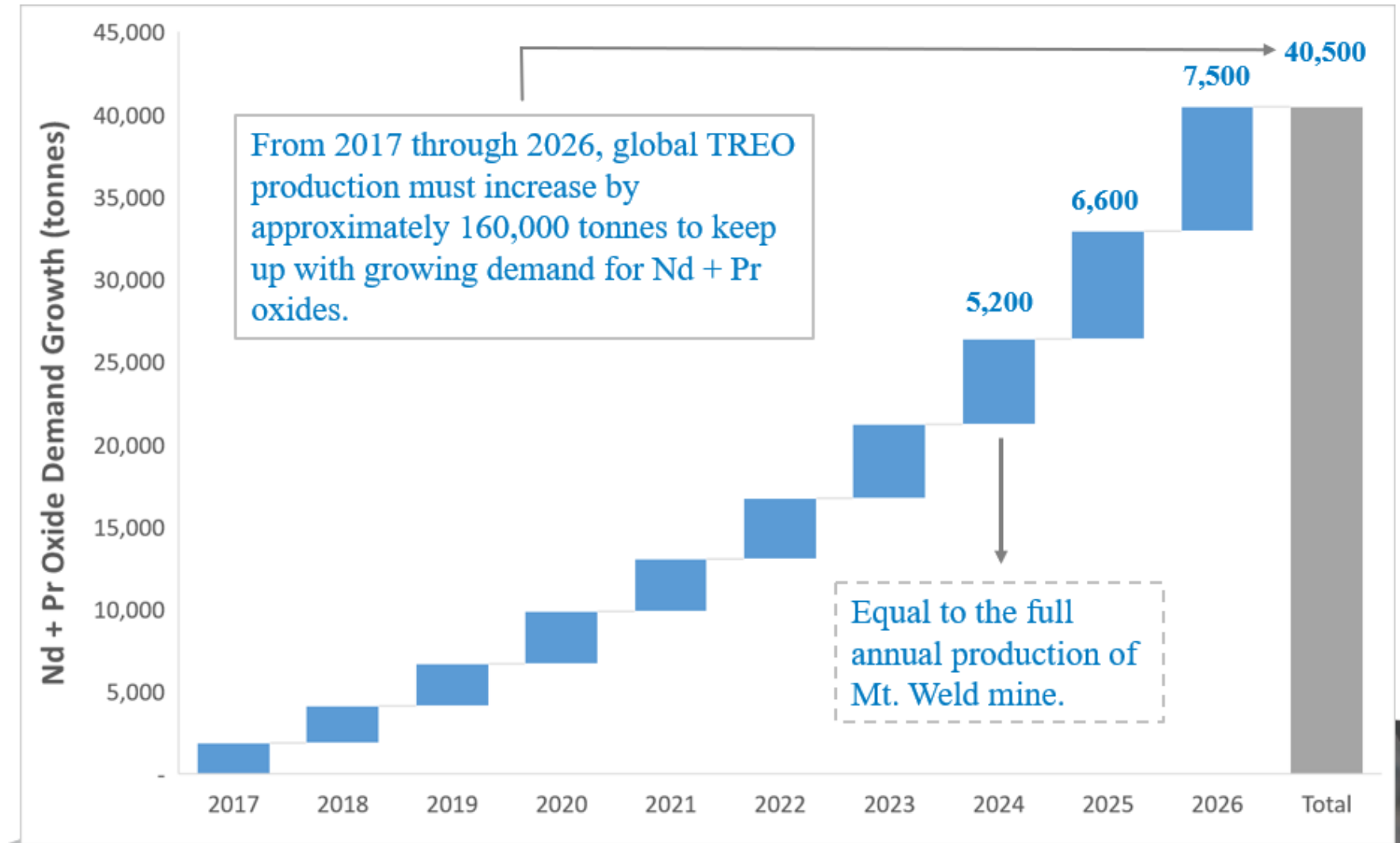
Προβλεπόμενο δυναμικό ανακύκλωσης Nd and Dy από μόνιμους μαγνήτες 3 προϊόντων (σκληρούς δίσκους, ανεμογεννήτριες και ηλεκτρικά αυτοκίνητα)



Σύμφωνα με σχετική πρόβλεψη, από το 2017-2026 θα χρειαστούν νέα μεταλλεία για την παραγωγή 160.000 τόνων οξειδίων σπανίων γαιών για να αντιμετωπιστούν οι αυξανόμενες ανάγκες των 40.500 τόνων Νεοδύμιου και Δυσπρόσιου

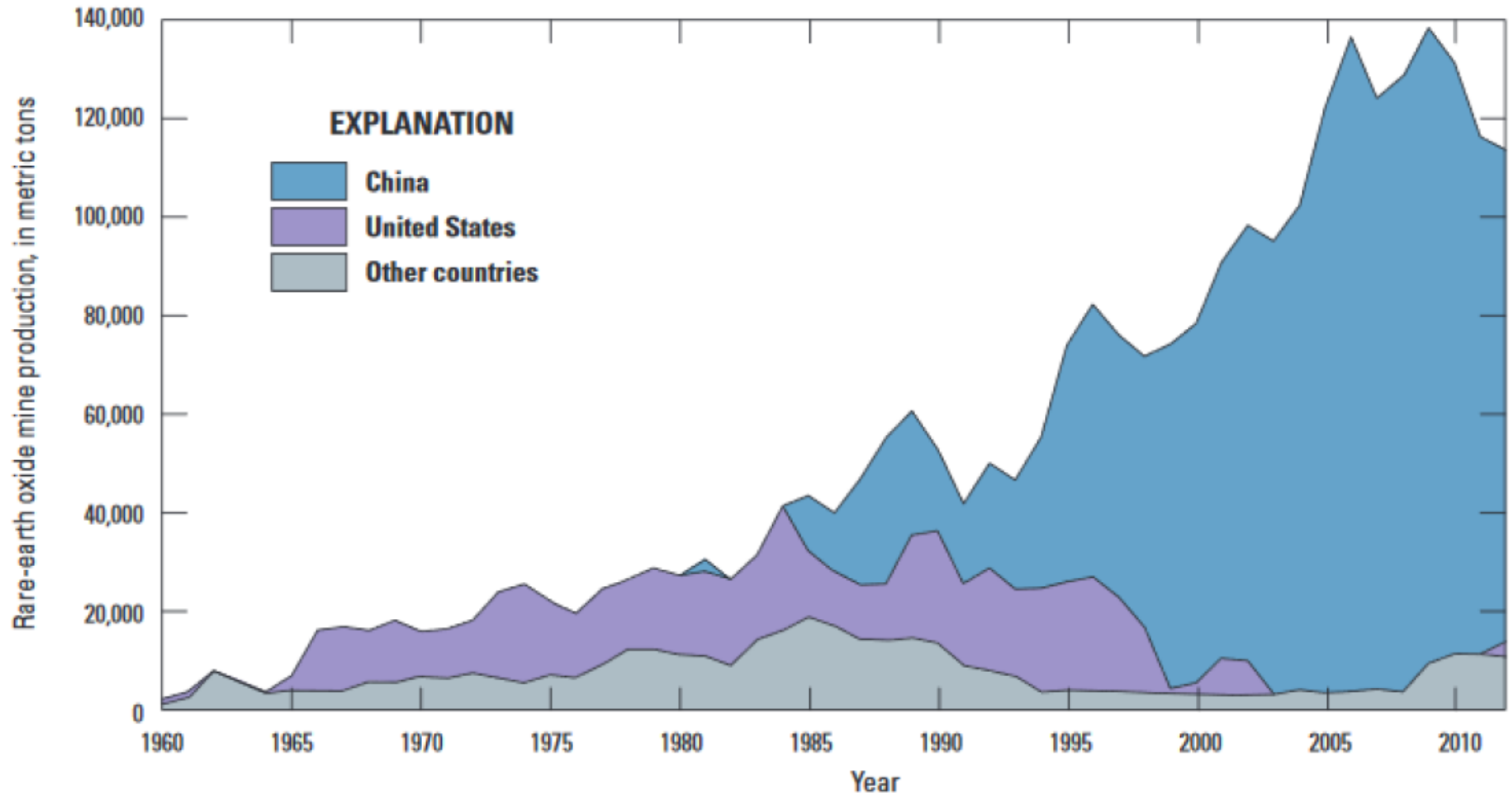
Source: euRare project "Rare Earth Market Outlook"

Multiple new mines needed by 2026



Συντριπτική υπεροχή της Κίνας στην μεταλλευτική παραγωγή σπανίων γαιών

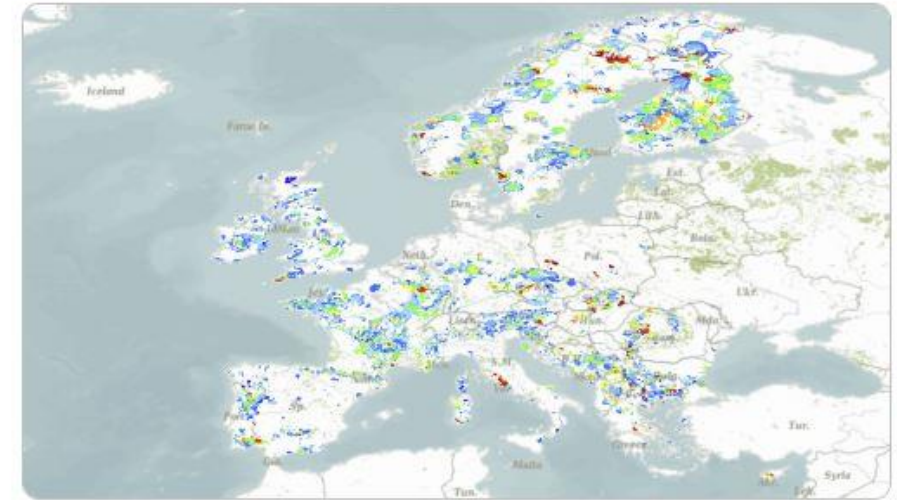
Η παγκόσμια αγορά σπανίων γαιών (οξειδία)-που ανέρχεται περίπου σε 170 χιλιάδες τόνους και 8,10 δισ δολ το 2018 - αναμένεται τουλάχιστον να διπλασιαστεί την επόμενη δεκαετία. Η Κίνα δρομολογεί σχέδιο αποθηκεύσης 100.000 τόν σπανίων γαιών



Τύποι Ευρωπαϊκών κοιτασμάτων με τις αντίστοιχα συνυπάρχουσες, «εν δυνάμει» αξιοποιήσιμες, ΚΟΠΥ

Number	Deposit types	Commodity Association
1	Alkaline & Peralkaline intrusions	Nb, REE, P, (Ta, Zr, Sc, F, U, Fe)
2	Epithermal	Au, Ag, Sb, Hg, Te, Cu, In
3	Igneous Felsic	Sn, W, Ta, Nb, (Mo, Li, Be, B, In, F)
4	Igneous Intermediate	Cu, Mo, Au, (Re)
5	Igneous Replacement	Fe, W, Pb, Zn, Cu, Au
6	IOCG	Fe, Cu, Au, (P, REE, U, Co)
7	Mafic intrusion	Fe, Ti, V
8	Mafic or Ultramafic	Ni, Cr, Cu, PGE, (Co, Bi, U, Ag)
9	Orogenic Gold	Au, (Ag, As, W, Cu, Sb, Bi)
10	Pegmatites	Nb, Ta, Sn, Li, Be, (U, REE)
11	Carbonate-hosted deposits	Zn, Pb, Ag, Ba
12	Sandstone- and shale-hosted deposits	Cu, U, Pb, (Ni, Co, Zn, V, PGE, Re)
13	Sedimentary deposits	Fe, Mn, Ba, K, Na, Sr
14	VMS	Cu, Zn, Pb, (Ag, Au, Te, Sn, In)
15	Residual deposits	Fe, Al, Ni, Cu, (Mn, Au, P, REE)
16	Base metals veins	Pb, Zn, Cu, U, (Ba, F)

ProMine district / province mineral potential maps



- **Alkaline Peralkaline:** Commodity association: Nb, REE, P, (Ta, Zr, Sc, F, U, Fe)
- **Epithermal:** Commodity association: Au, Ag, Sb, Hg, Te, Cu, In
- **Igneous Felsic:** Commodity association: Sn, W, Ta, Nb, (Mo, Li, Be, B, In, F)
- **Igneous Intermediate:** Commodity association: Cu, Mo, Au, (Re)
- **Igneous Replacement:** Commodity association: Fe, W, Pb, Zn, Cu, Au
- **IOCG:** Commodity association: Fe, Cu, Au, (P, REE, U, Co)
- **Mafic Intrusion:** Commodity association: Fe, Ti, V
- **Mafic Ultramafic:** Commodity association: Ni, Cr, Cu, PGE, (Co, Bi, U, Ag)
- **Orogenic Gold:** Commodity association: Au, (Ag, As, W, Cu, Sb, Bi)
- **Pegmatites:** Commodity association: Nb, Ta, Sn, Li, Be, (U, REE)
- **Carbonate-Hosted:** Commodity association: Zn, Pb, Ag, Ba
- **Sandstone-and-shale-hosted:** Commodity association: Cu, U, Pb, (Ni, Co, Zn, V, PGE, Re)
- **Sedimentary Deposits:** Commodity association: Fe, Mn, Ba, K, Na, Sr
- **VMS:** Commodity association: Cu, Zn, Pb, (Ag, Au, Te, Sn, In)
- **Residual Deposits:** Commodity association: Fe, Al, Ni, Cu, (Mn, Au, P, REE)
- **Base Metals Veins:** Commodity association: Pb, Zn, Cu, U, (Ba, F)

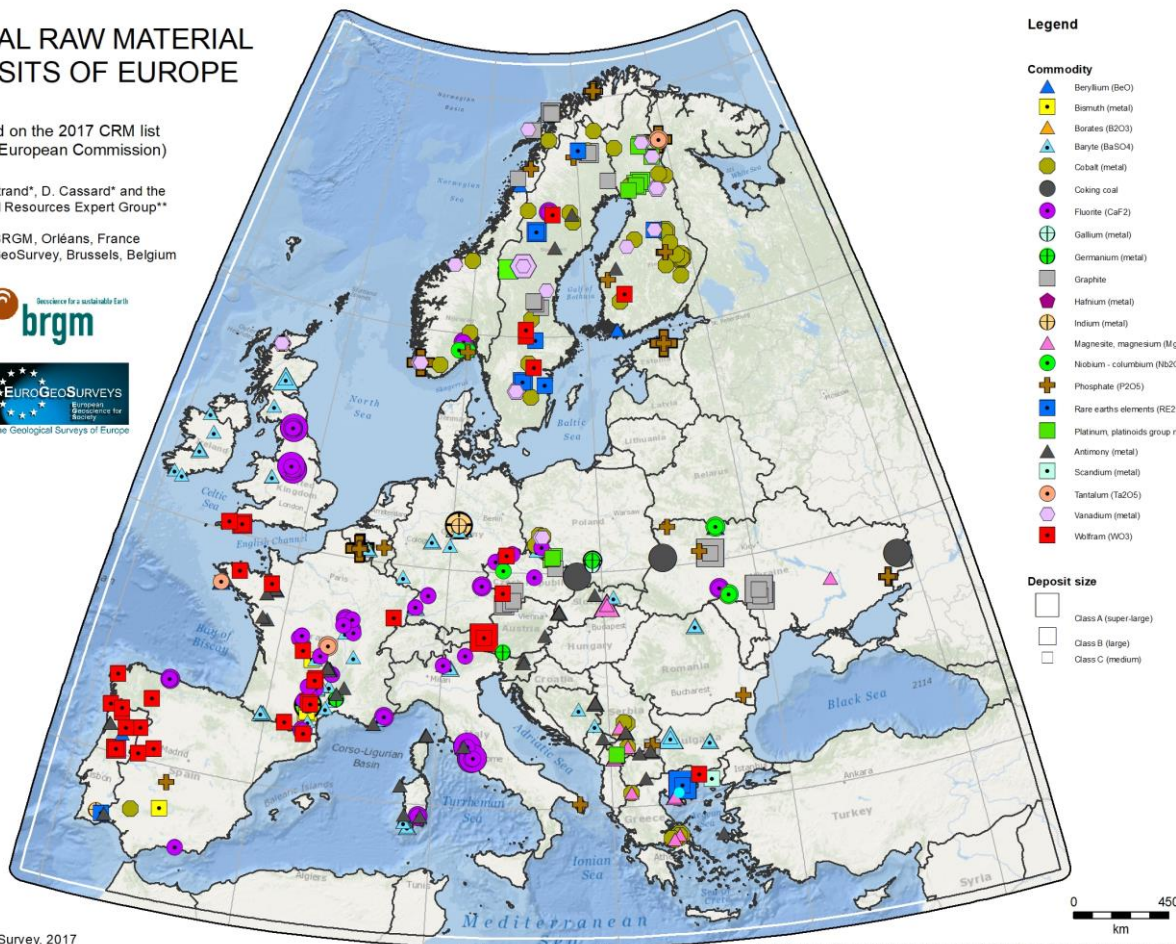
Το γεωτεκτονικό περιβάλλον της Ευρώπης ευνοεί τη παρουσία μεταλλογενετικών ζωνών με δυναμικό ενδιαφέρον κοιτασματολογικής έρευνας για τον εντοπισμό κρίσιμων και ΟΠΥ μπαταρίας

CRITICAL RAW MATERIAL DEPOSITS OF EUROPE

(based on the 2017 CRM list of the European Commission)

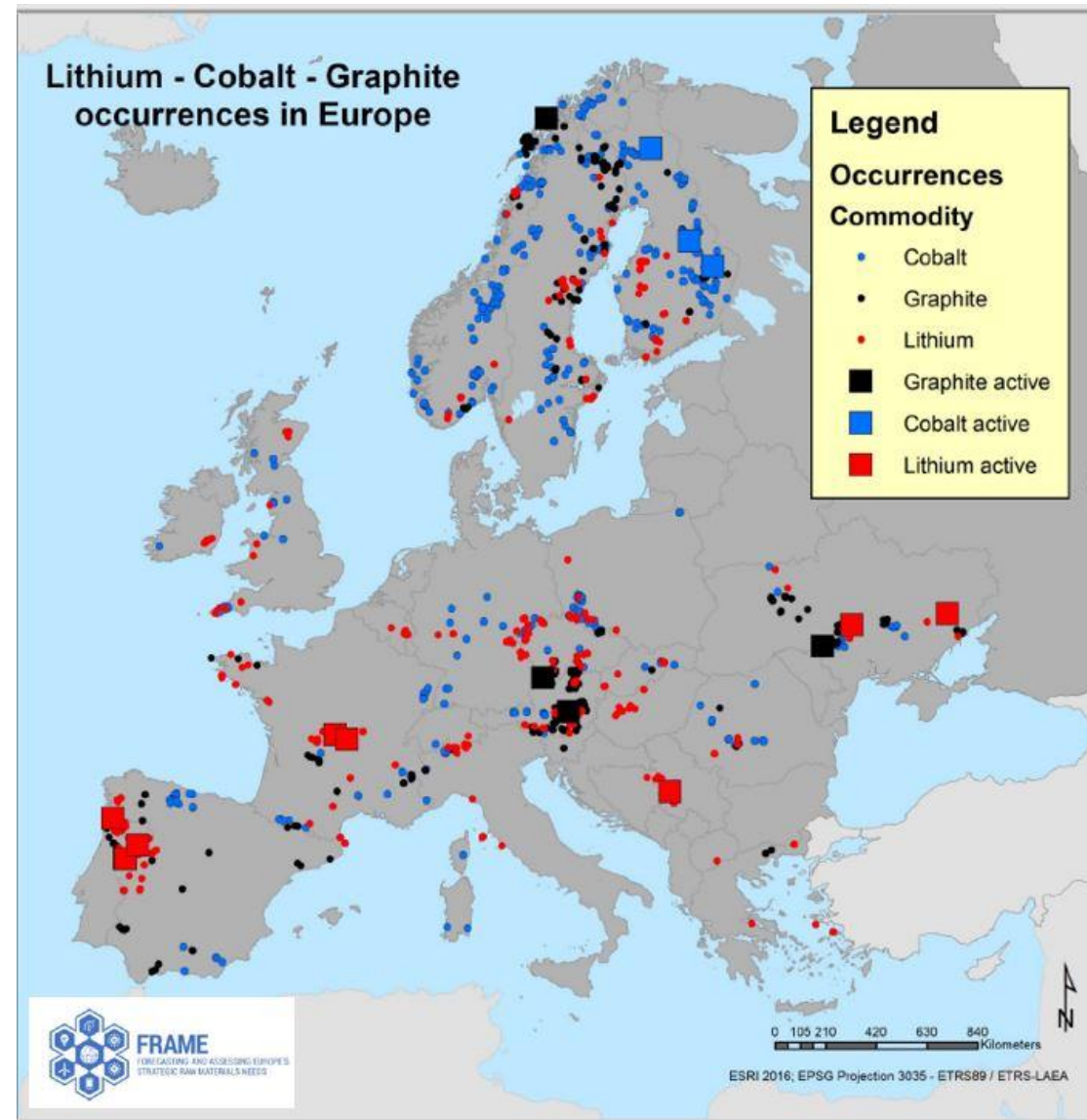
G. Bertrand*, D. Cassard* and the Mineral Resources Expert Group**

* BRGM, Orléans, France
** EuroGeoSurvey, Brussels, Belgium



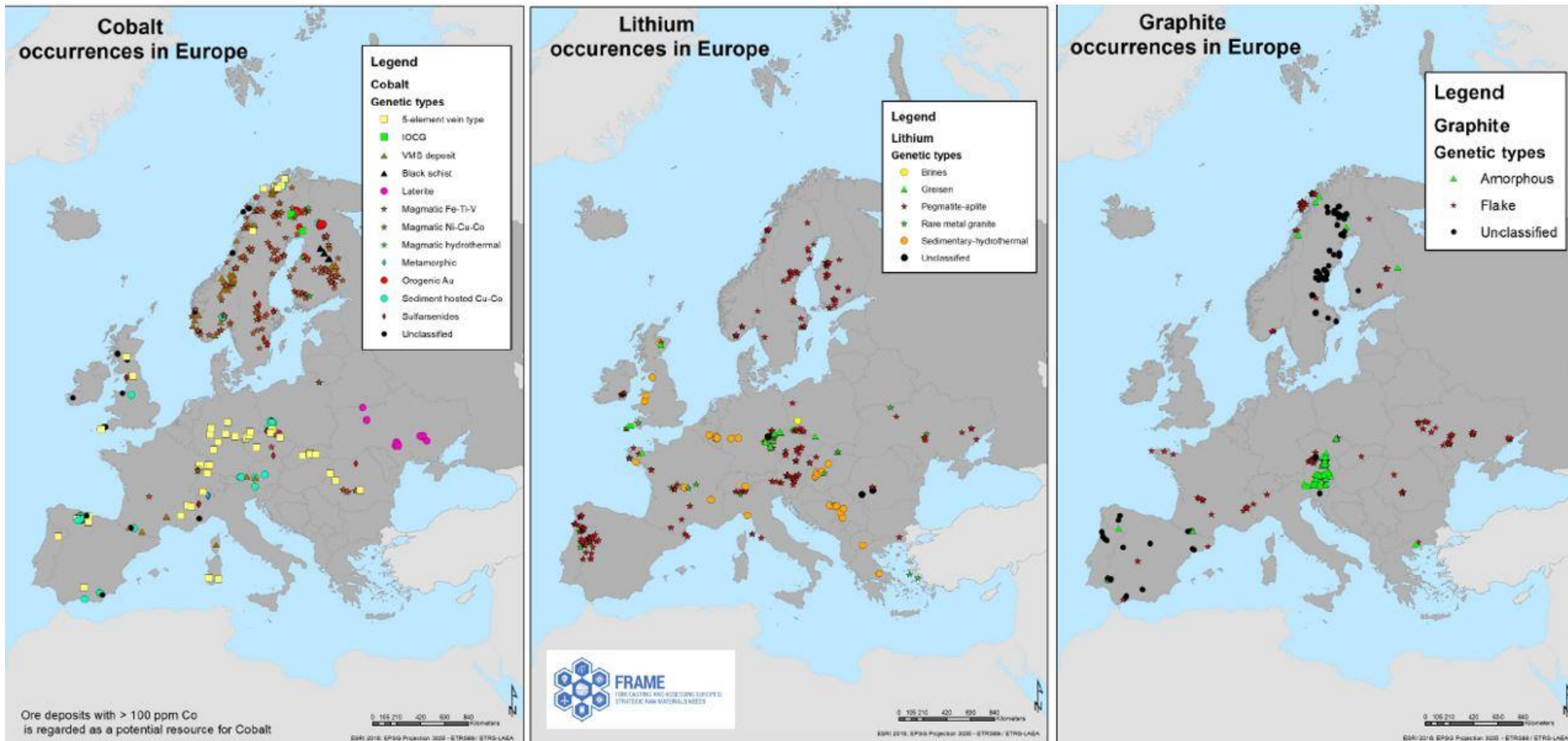
© BRGM, EuroGeoSurvey, 2017

Sources: ESRI, GEBCO, NOAA, National Geographic, DeLorme, HERE, Geonames.org, and other contributors



Πηγή: Håvard Gautneb et al, EGU2020

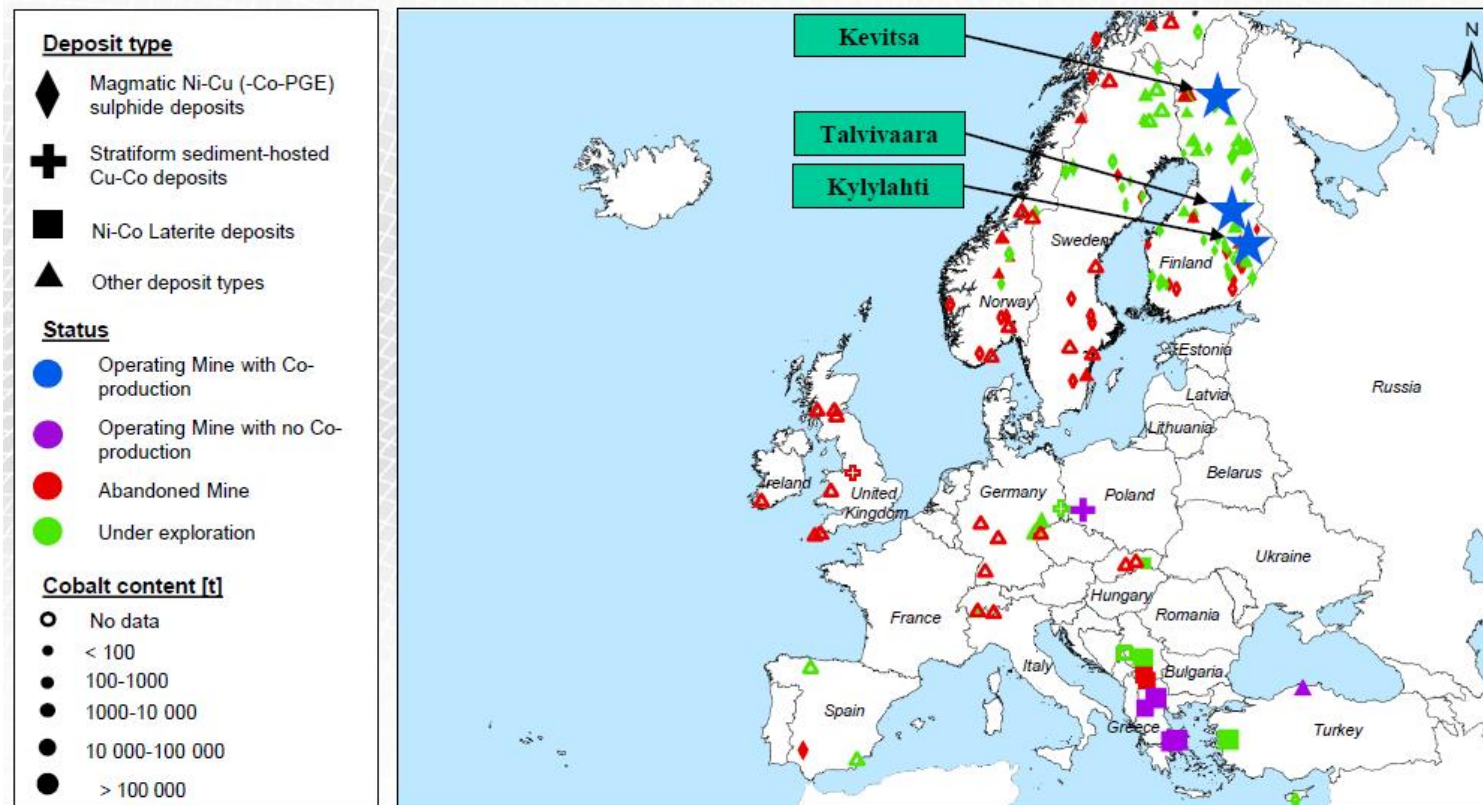
ΟΠΥ κοβαλτίου, λιθίου και γραφίτη με αναφορά στους κοιτασματολογικούς τύπους που αντιστοιχούν και ανήκουν



Πηγή: Håvard Gautneb et al, EGU2020

Primary cobalt deposits and resources in Europe

Κοιτασματολογικά αποθέματα κοβαλτίου στην Ευρώπη



Source: Battery Raw Materials-A Global and European Perspective, Evi Petavratzi, BGS

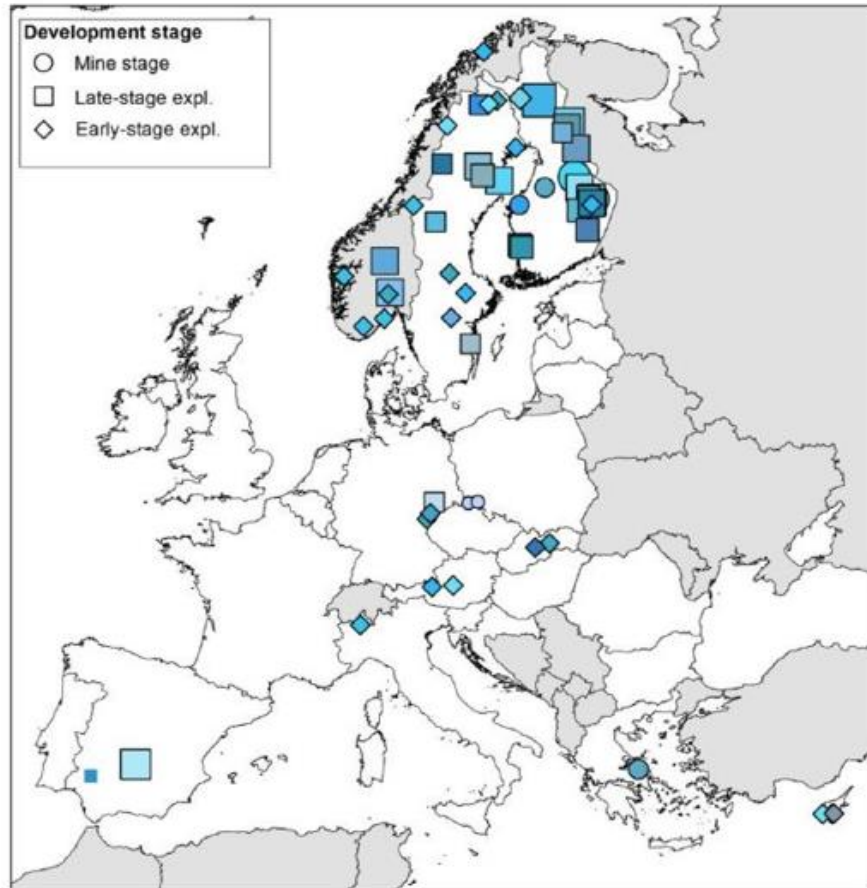
With thanks to Stefan Horn [shorn@bgs.ac.uk]

© UKRI All rights reserved



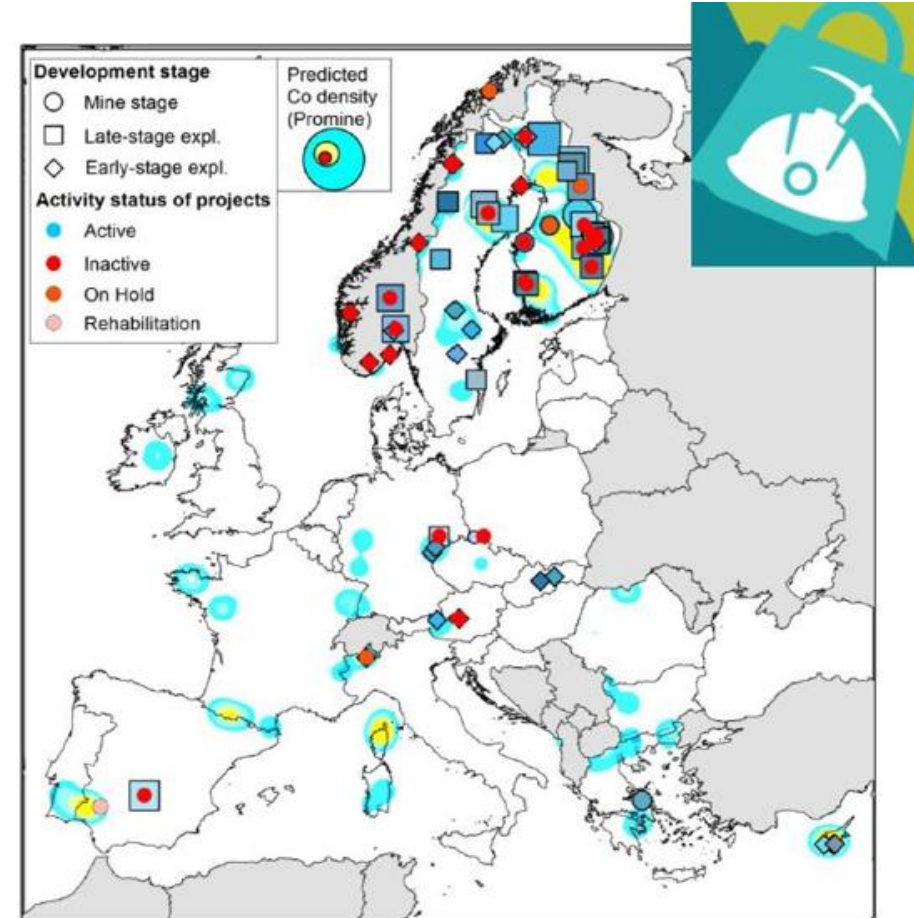
Υπάρχει κοιτασματολογικό δυναμικό στην Ευρώπη;

Η κοιτασματολογική έρευνα κοβαλτίου βρίσκεται σε εξέλιξη σε αρκετές χώρες της Ευρώπης



JRC based on S&P Global Market Intelligence data

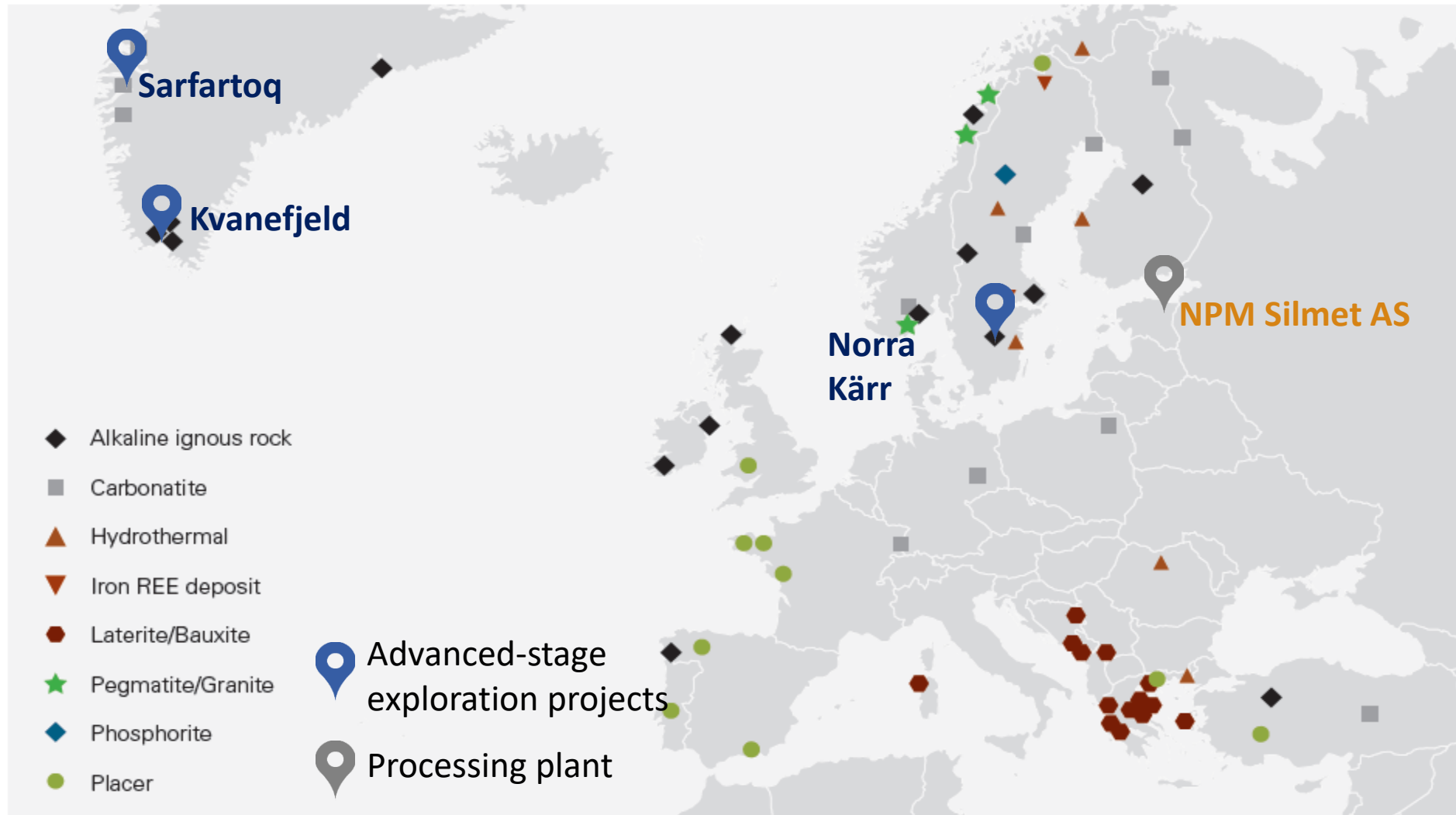
Η μεταλλευτική αξιοποίηση κοβαλτίου στην Ευρώπη παραμένει στάσιμη παρά την δυναμική παρουσία κοιτασματολογικού ενδιαφέροντος



JRC based on Promine and S&P Global Market Intelligence data

Source: Alves Dias P., Blagoeva D., Pavel C., Arvanitidis N., 2018: Cobalt: demand-supply balances in the transition to electric mobility. JRC Science for Policy Report, European Commission

Χάρτης των κύριων κοιτασματολογικών τύπων σπανίων γαιών και σχετικά εξελισσόμενων έργων στην ΕΕ και την Γροινλανδία



Η βάση δεδομένων EURARE IKMS* περιλαμβάνει και αναφέρεται σε 156 μεταλλοφόρες εμφανίσεις σπανίων γαιών στην Ευρώπη

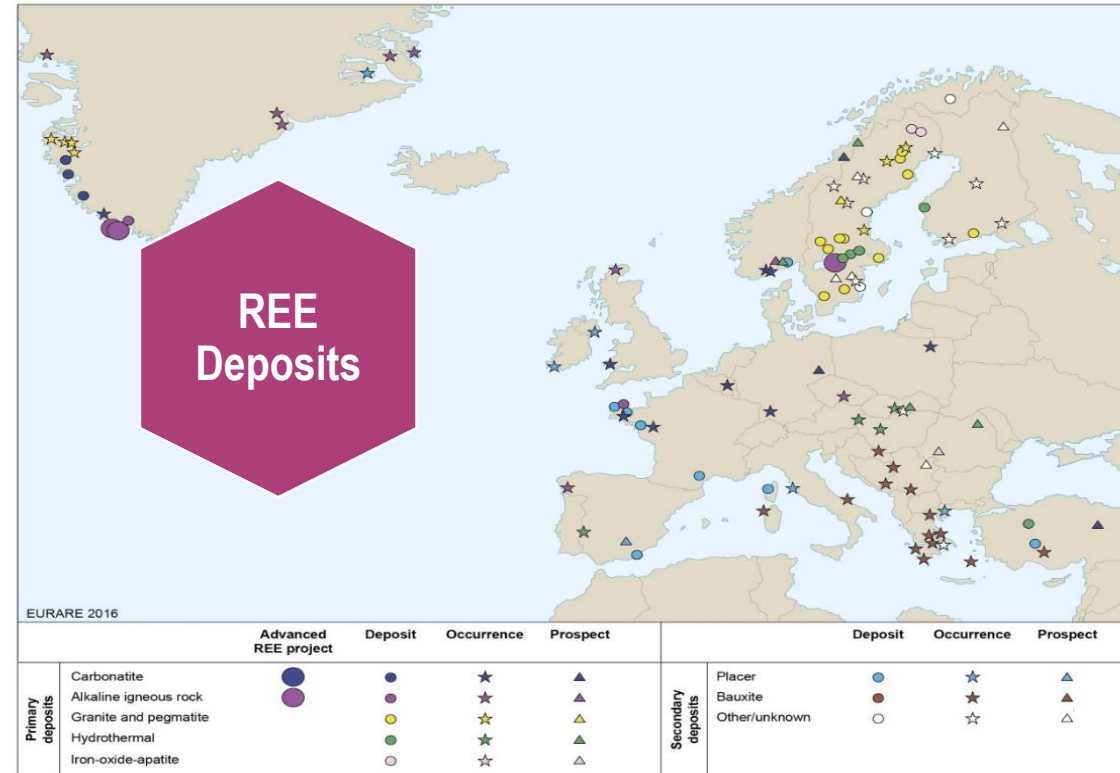
36 προχωρημένα έργα σπανίων γαιών στον κόσμο
Μόνο 7 στην Ευρώπη

• Δυναμικά εκμεταλλεύσιμα και υποσχόμενα κοιτάσματα σπανίων γαιών στην Ευρώπη:

- Kvanefjeld (Greenland)
- Norra Kärr (Sweden)
- Kringlerne (Greenland)
- Fen (Norway)
- Aksu Diamas (Turkey)
- Sarfartôq (Greenland)
- Motzfeldt (Greenland)
- Olserum (Sweden)
- Storkwitz (Germany)

• Δευτερογενή αποθέματα:

- Bauxite Residue (AoG, Greece)
- Apatite Tailings (LKAB, Sweden)
- Phospogypsum (...)



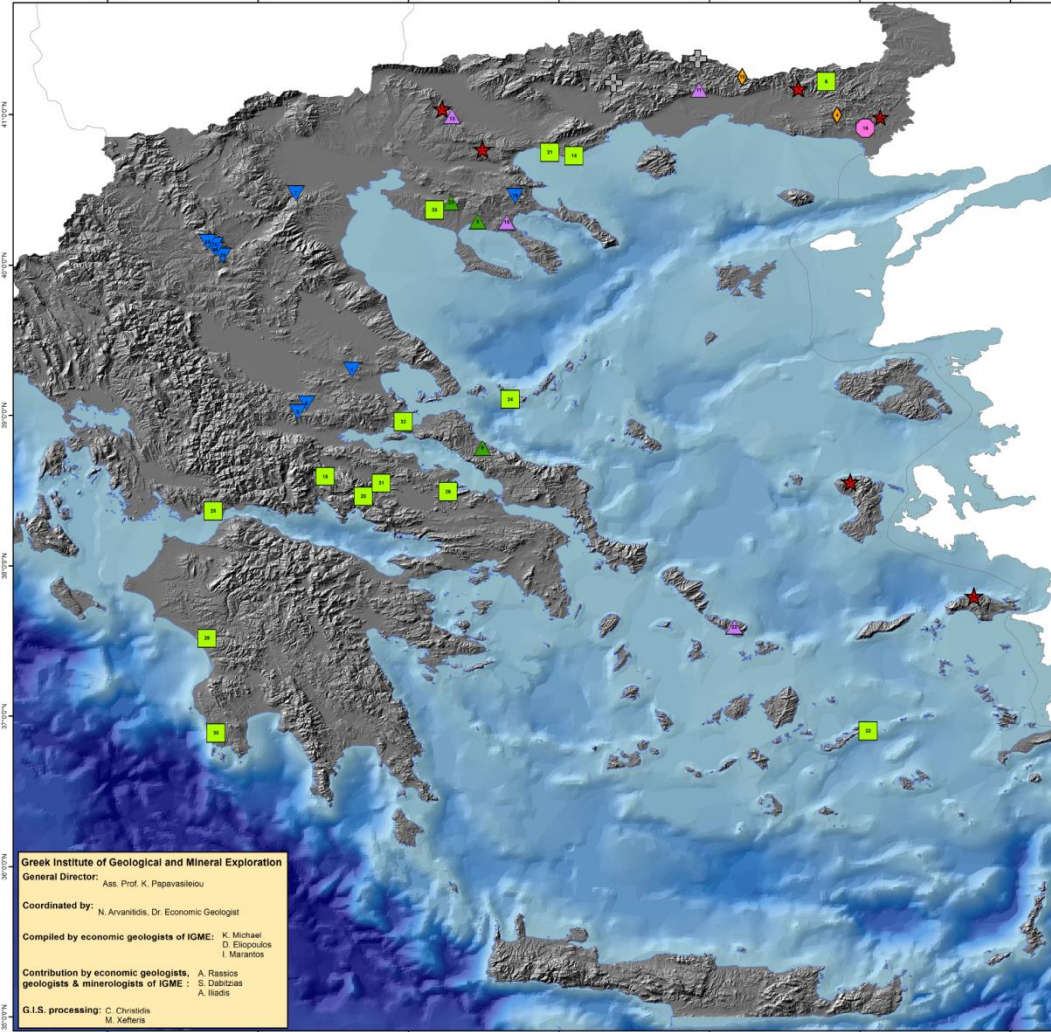
Τα αξιοποιήσιμα αποθέματα σπανίων γαιών στα κοιτάσματα Kvanefjeld, Kringlerne και Norra Kärr μπορούν από μόνα τους να καλύψουν τις ανάγκες της Ευρώπης στις επόμενες δεκαετίες



Critical Raw Materials in Greece

Source: IGME project reports / Promine database

Promine

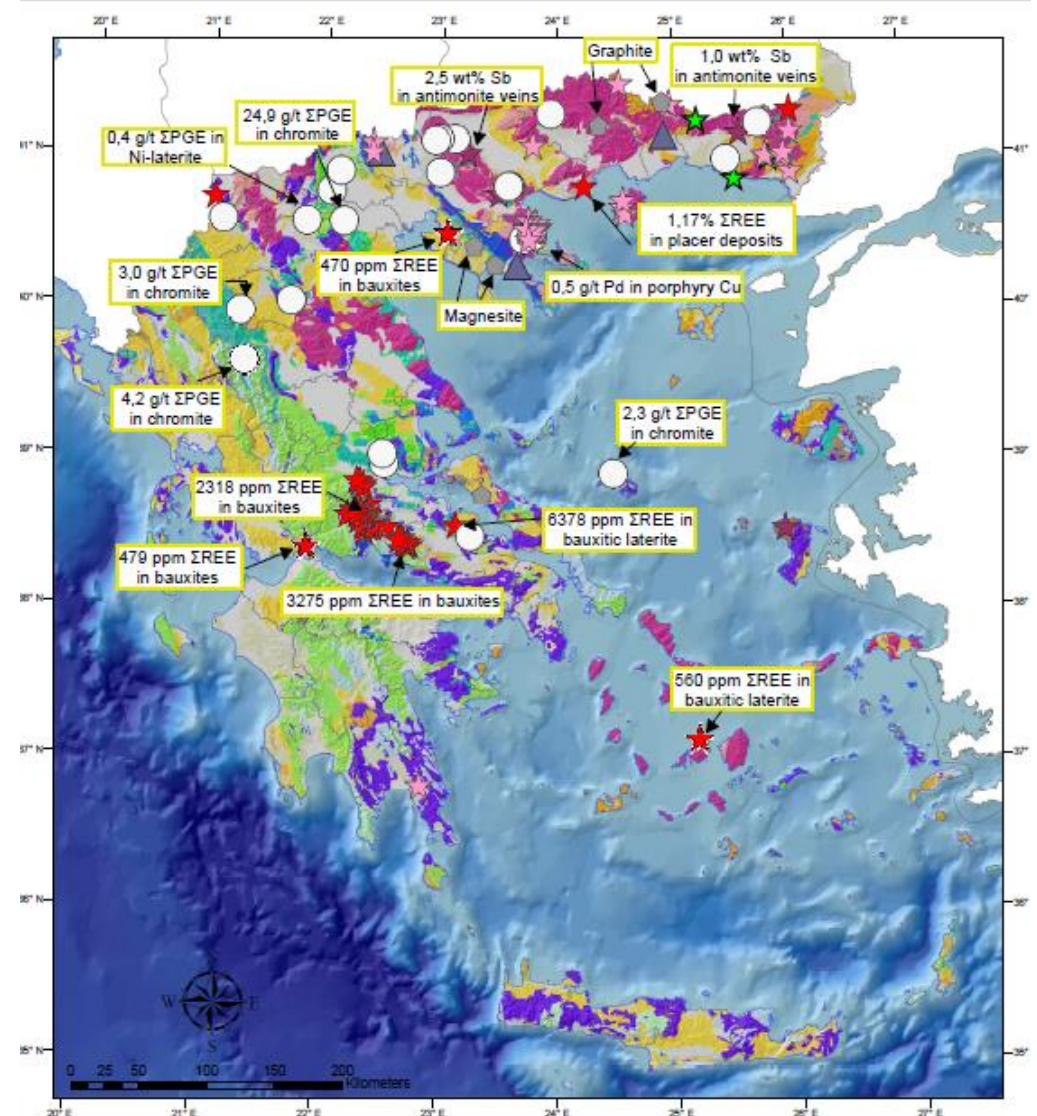


Greek Institute of Geological and Mineral Exploration
 General Director: Aas. Prof. K. Papavasiliou
 Coordinated by: N. Arvanitidis, Dr. Economic Geologist
 Compiled by economic geologists of IGME: K. Michail, D. Eliopoulos, I. Marinos.
 Contribution by economic geologists, A. Rassios, S. Dabitzas, A. Iliadis
 G.I.S. processing: C. Christidis, M. Vekara

Legend

Critical raw materials

No	Name	Deposit Type	No	Name	Deposit Type	No	Name	Deposit Type
1	Eretria (Tiagis)	Ophiolite hosted Cr deposit	17	Philadelphou Sochos	Vein and disseminated Sb deposit	33	Girfa	Bauxite - Al deposit
2	Domonikos	Ophiolite hosted Cr deposit	18	Milies	Bauxite - Al deposit	34	Panormos - Skopelos island	Bauxite - Al deposit
3	Katarrini	Vein and disseminated Sb deposit	19	Skouries	Porphyry Cu Au deposit	35	Petalona	Bauxite - Al deposit
4	Papou Bach	Porphyry Cu-Mo deposit	20	Stein Anavolis - Prassonema	Bauxite - Al deposit	36	Achinos Ioannis - Marmetio (Lousis)	Laterite Fe-Ni deposit
5	Agliosis Stephanos	Ophiolite hosted Cr deposit	21	Strimonikos Gulf	Beach sands and offshore placers	37	Keramos East (Chios Island)	Vein and disseminated Sb deposit
6	Isoziti	Laterite - gold deposit	22	Inos Island	Chromite - Mo skarn	38	Sarinos (Sb)	Vein and disseminated Sb deposit
7	Tsipalos	Ophiolite hosted Cr deposit	23	Vravos (Magnesite)	Industrial mineral in ultramafic rocks	39	Aetorachas	Ophiolite hosted Cr deposit
8	Gerakini	Industrial mineral in ultramafic rocks	24	Voukolakas	Ophiolite hosted Cr deposit			
9	Kakavos-Trogi-Parakevorenna	Porphyry Cu-Mo deposit	25	Kerolimno	Ophiolite hosted Cr deposit			
10	Melisso	Industrial mineral in ultramafic rocks	26	Pulcheri Orana	Industrial mineral in metamorphic rocks			
11	Kimmeria-Kaethi	Cu - W skarn	27	Diaparto-Thermes	Industrial mineral in metamorphic rocks			
12	Kouvoloumia	Ophiolite hosted Cr deposit	28	Nafpaktos	Bauxite - Al deposit			
13	Lachana-Rizoma (OPDS-OPRI)	Vein and disseminated Sb deposit	29	Senaria	Bauxite - Al deposit			
14	Loutra Eleftheron	Beach sands and offshore placers	30	Pylas	Bauxite - Al deposit			
15	Melagani Prigadiza Vrahoto-Saroniko	W 2 polymetallic veins (volcano-plutonic)	31	Alaniadi	Bauxite - Al deposit			
16	Pirka	HS epithermal gold deposit	32	Anargos	Bauxite - Al deposit			



Critical raw materials in Greece

- ★ Gallium, Germanium & Indium in mixed sulphides and bauxites
- ★ Rhenium in porphyry molybdenum systems
- PGE (Platinum Group Elements) in porphyry copper systems, Fe-Ni-Laterites and chromite deposits
- ★ Sb in antimonite veins
- ★ REE (Rare Earth Elements) in bauxites and bauxitic laterites
- ▲ Tungsten in skarns & veins
- Specialty and other industrial rocks and minerals (Graphite, Magnesite)

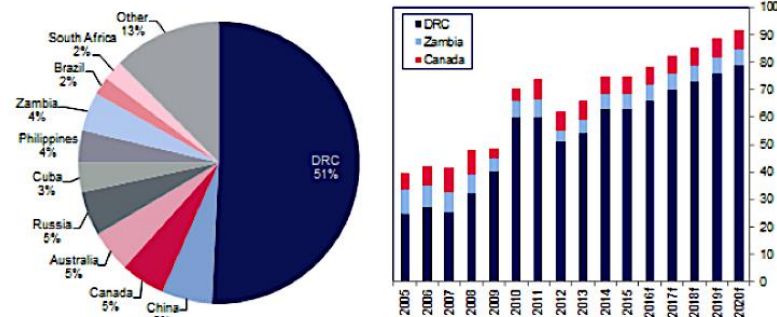
Αλυσίδα αξίας κοβαλτίου

Τα θέματα υπεύθυνης και ηθικής μεταλλείας θα έχουν επιπτώσεις στο παραγωγικό δυναμικό και προσφορά ορισμένων ΟΠΥ τα Co, Nb, Ta.

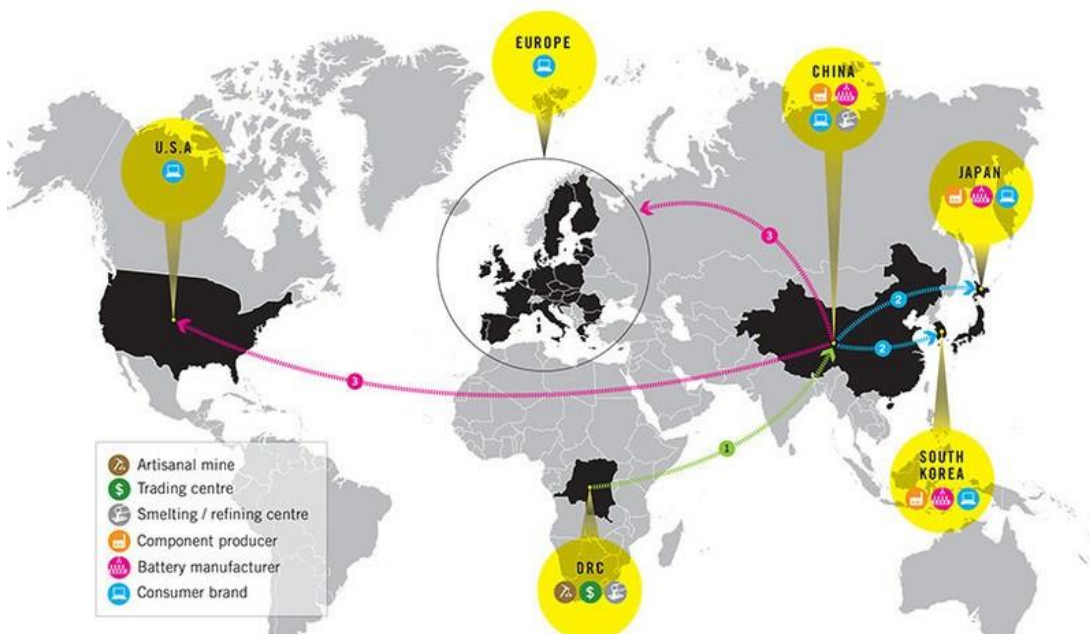
Ηθική εξόρυξη;

DRC To Dominate Output

Global Cobalt Production By Country (LHC, %) & Select Countries Cobalt Production (RHC, kt), 2015



f = BMI forecast. Source: BMI, USGS



- 1 Export of cobalt from DRC artisanal mines to China for processing. Over half the world's cobalt comes from the DRC, 20% of which is from artisanal mines.
- 2 Supply of processed cobalt to factories in Asia to make rechargeable batteries.
- 3 Supply of batteries to global technology and car companies.



Θα περιορίσει η έλλειψη ΟΠΥ την κατασκευή των μπαταριών λιθίου;

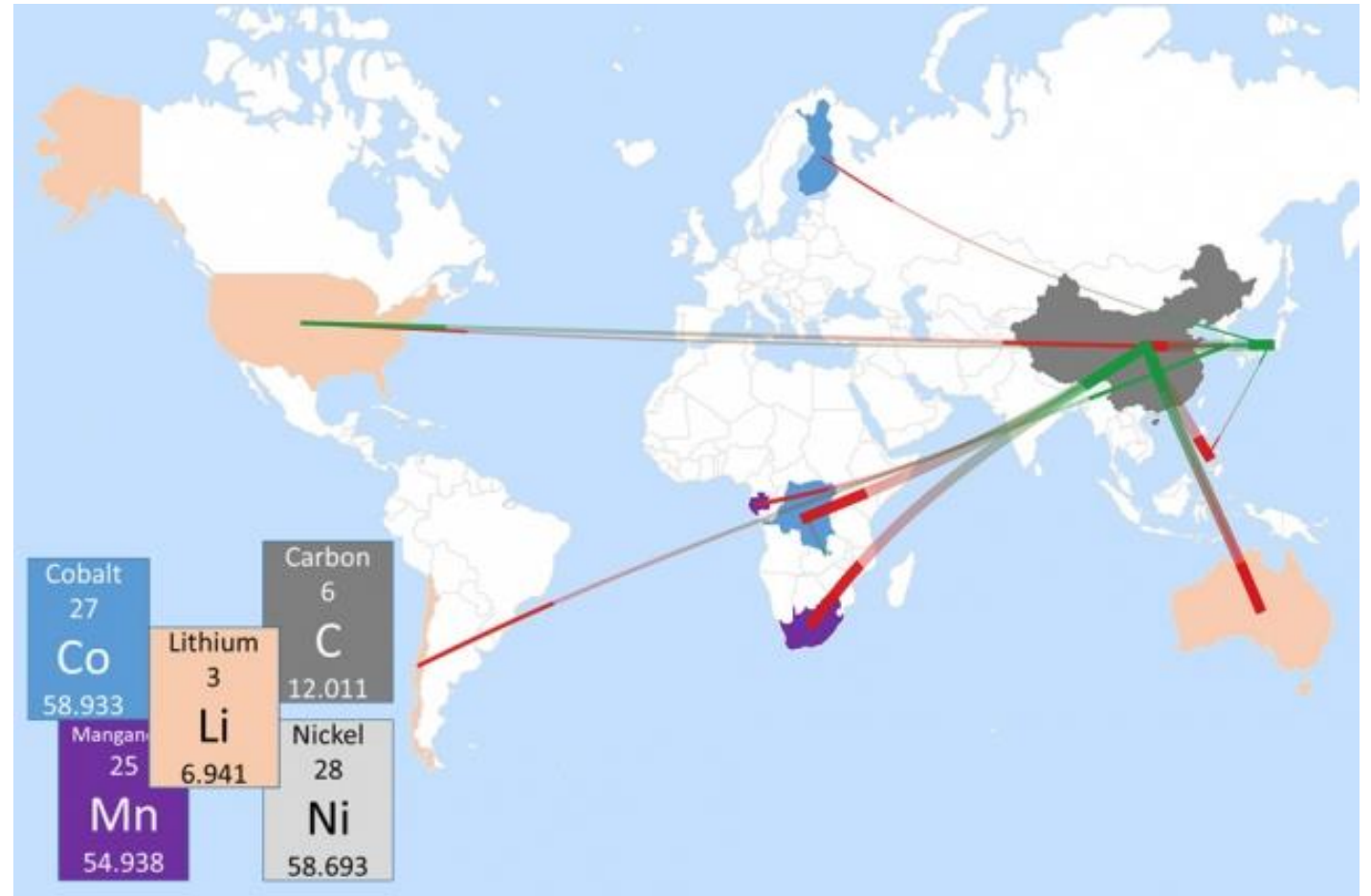
Η έλλειψη ΟΠΥ ματαρίας όπως λιθίου και κοβαλτίου μπορεί να δημιουργήσει εμπόδια και καθυστερήσεις στην κατασκευή μπαταριών λιθίου

Ο χάρτης δείχνει με κόκκινο τις χώρες που εξορύσσουν ΟΠΥ μπαταρίας και με πράσινο αυτές που τις εισάγουν και ελέγχουν τη σχετική βιομηχανία μεταποίησης.

<http://news.mit.edu/2017/will-metal-supplies-limit-battery-expansion-1011>

Θα επιβιώσει η Tesla από την έλλειψη κοβαλτίου?

The Wall Street Journal, 2017/11/30

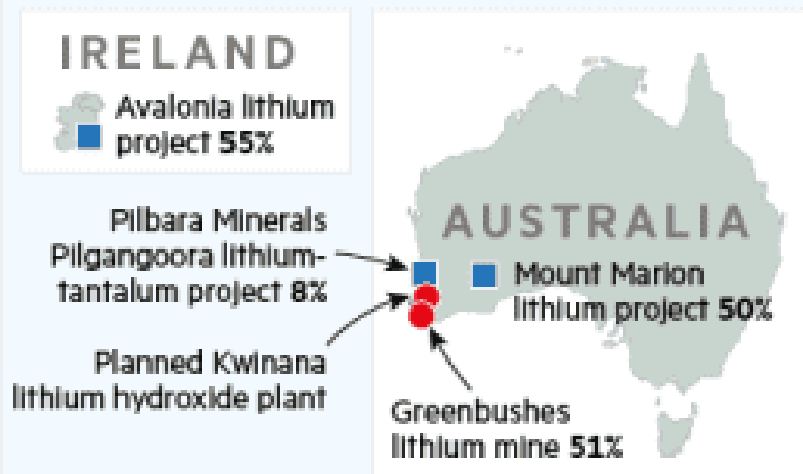
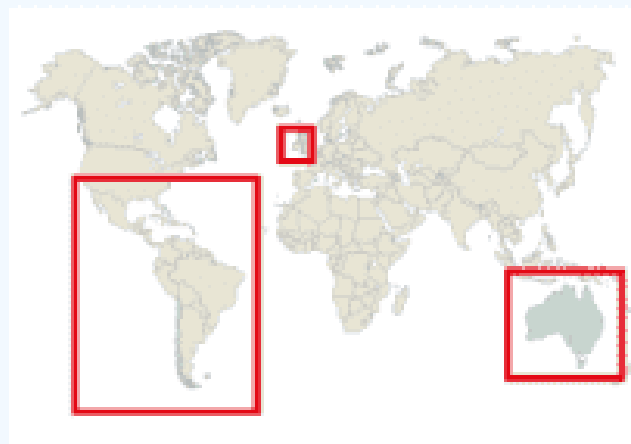


Γεωπολιτική ΟΠΥ: Η Κίνα δεσμεύει την μεταλλευτική παραγωγή λιθίου σε όλο τον κόσμο για να καλύψει τις ανάγκες και να διασφαλίσει την ομαλή λειτουργία της μεταποιητικής της βιομηχανίας

Overseas assets of Chinese lithium companies

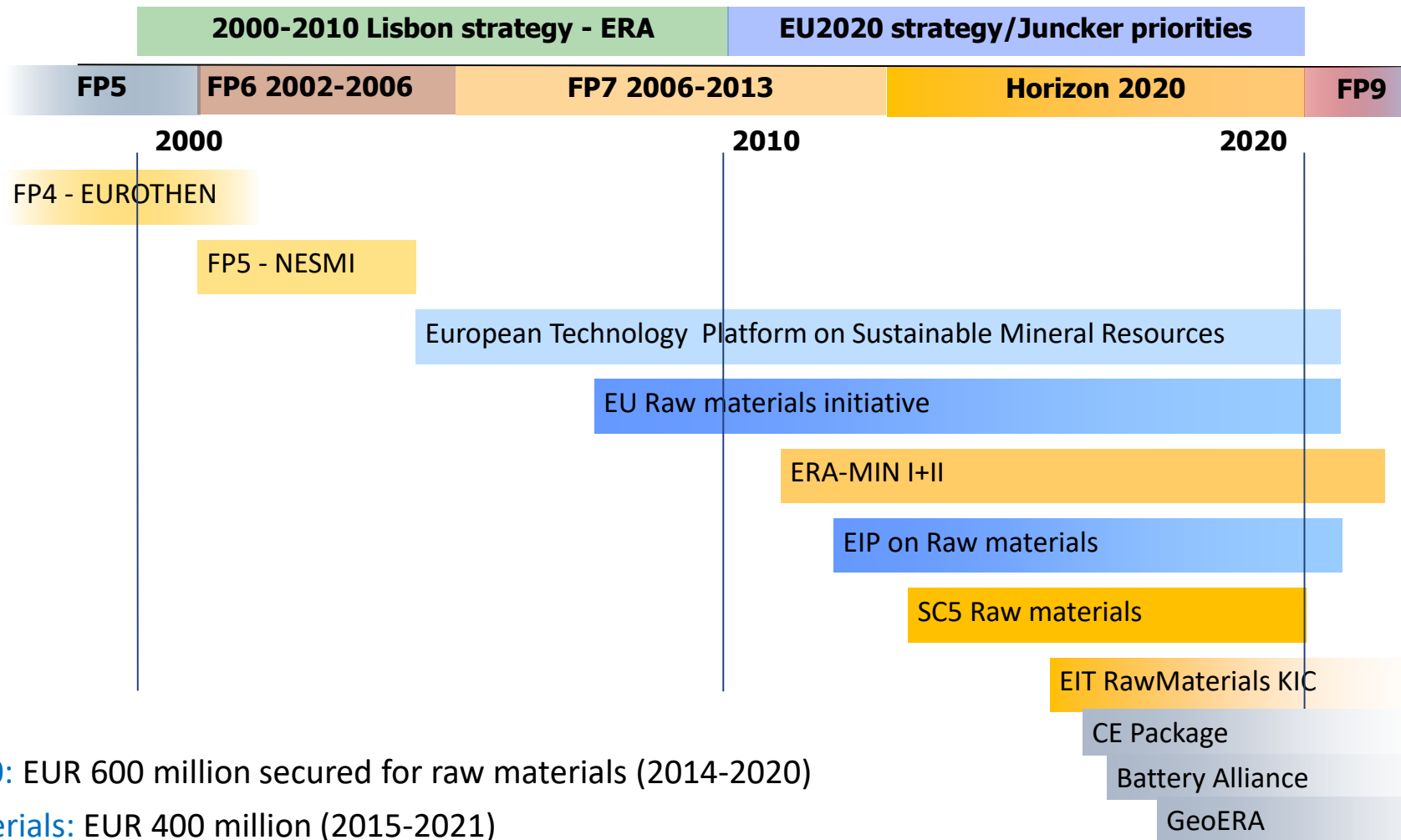
% stakes, where not wholly owned

- Ganfeng Lithium
- Tianqi Lithium



Source: FT research
© FT

Πως αντιμετωπίζουμε την εξέλιξη αυτή; Τι κάνουμε;



Περίπου 600 εκ EUR από το πρόγραμμα πλαίσιο «Ορίζοντας 2020» σε έργα ΟΠΥ- Χαρακτηριστικά παραδείγματα



Nano-particle products from new mineral resources from Europe



ProSUM – Prospecting Secondary raw materials in the Urban Mine and mining waste.



Minerals Intelligence Network for Europe



European Geological Data Infrastructure



Application of web GIS technologies for the sustainable supply of Europe with Energy and Mineral Resources



EU Raw Materials Statistics



Development of a sustainable exploitation scheme for Europe's REE ore deposits



SMART EXPLORATION
NEW WAYS TO EXPLORE THE SUBSURFACE



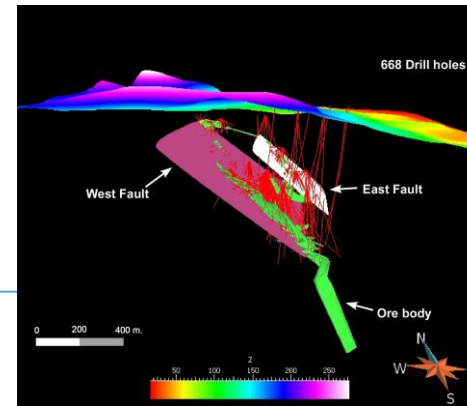
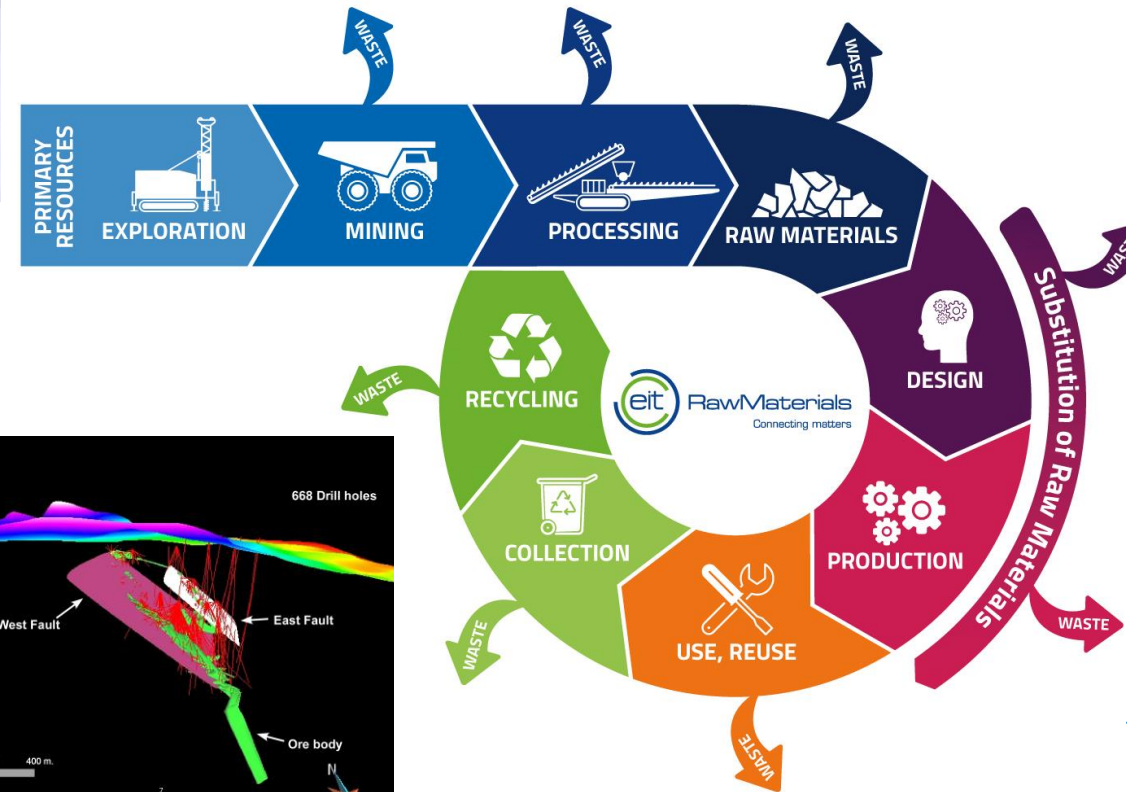
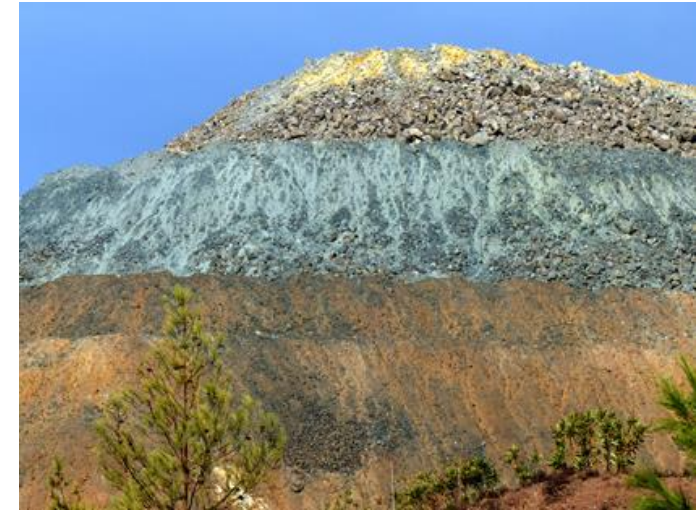
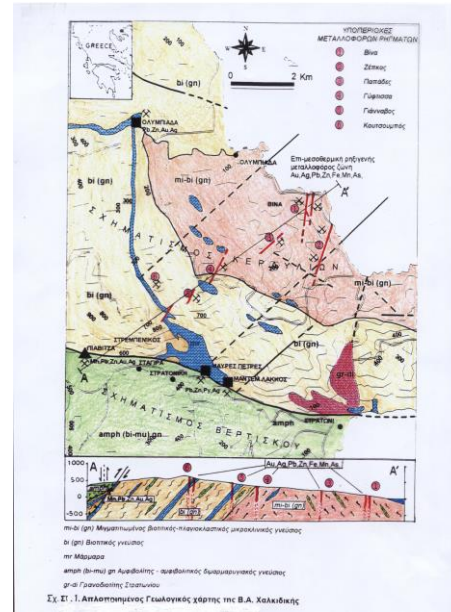
MINLAND



GeoERA



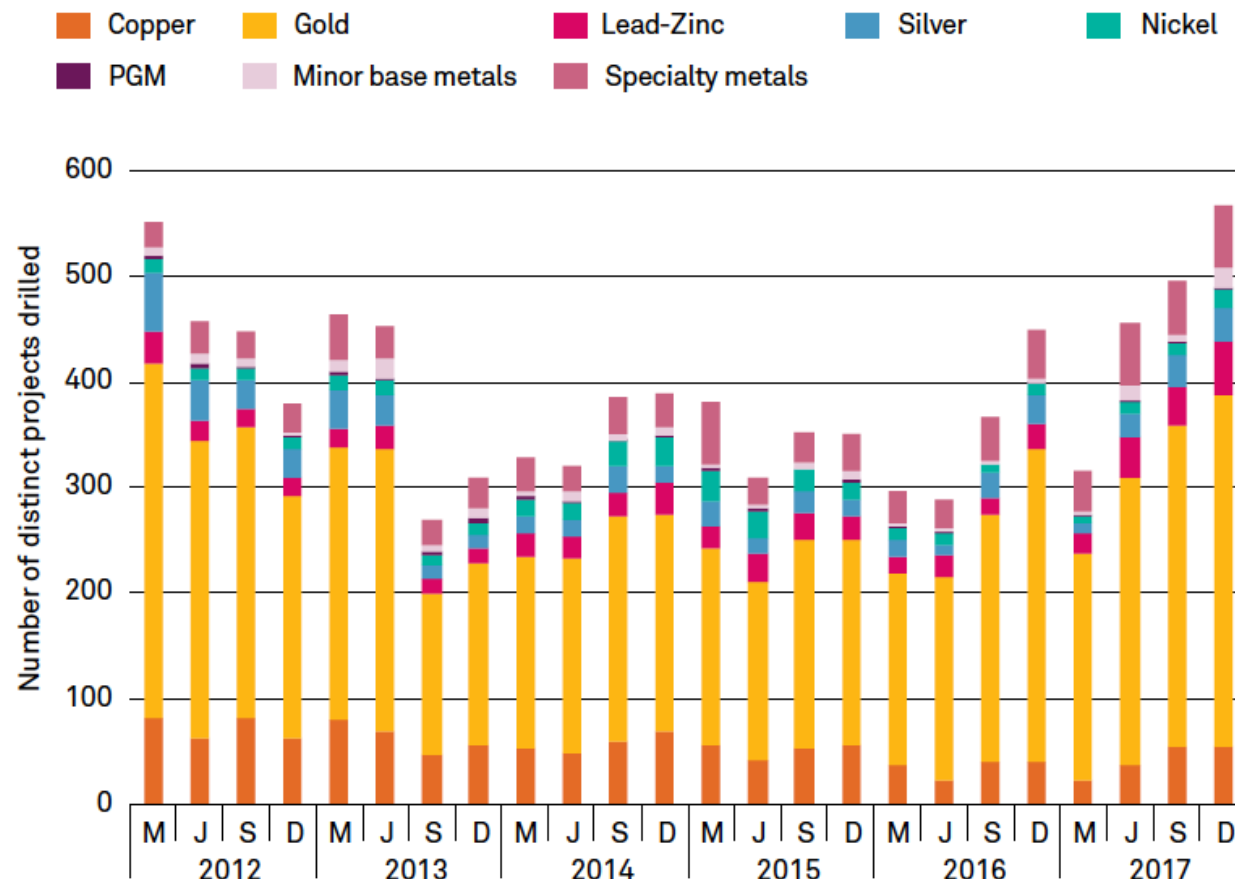
Αλυσίδα αξίας των ΟΠΥ και Κυκλική Οικονομία



Χρηματοδότηση κοιτασματολογικής έρευνας

Global drill activity

- Έμφαση στην οικονομική γεωλογία των ΚΟΠΥ
- Κοιτασματολογική αναφορά σε συστήματα ΟΠΥ (mineral systems)
- Γεωλογική έρευνα προσανατολισμένη σε βαθιές μεταλλοφορίες
- Εφαρμογή νέων μεθόδων και τεχνολογιών, όπως τρισδιάστατη απεικόνιση
- Εναρμονισμένη εκτίμηση αποθεμάτων, όπως το σύστημα UNFC



Data as of January 31, 2018.
Source: S&P Global Market Intelligence

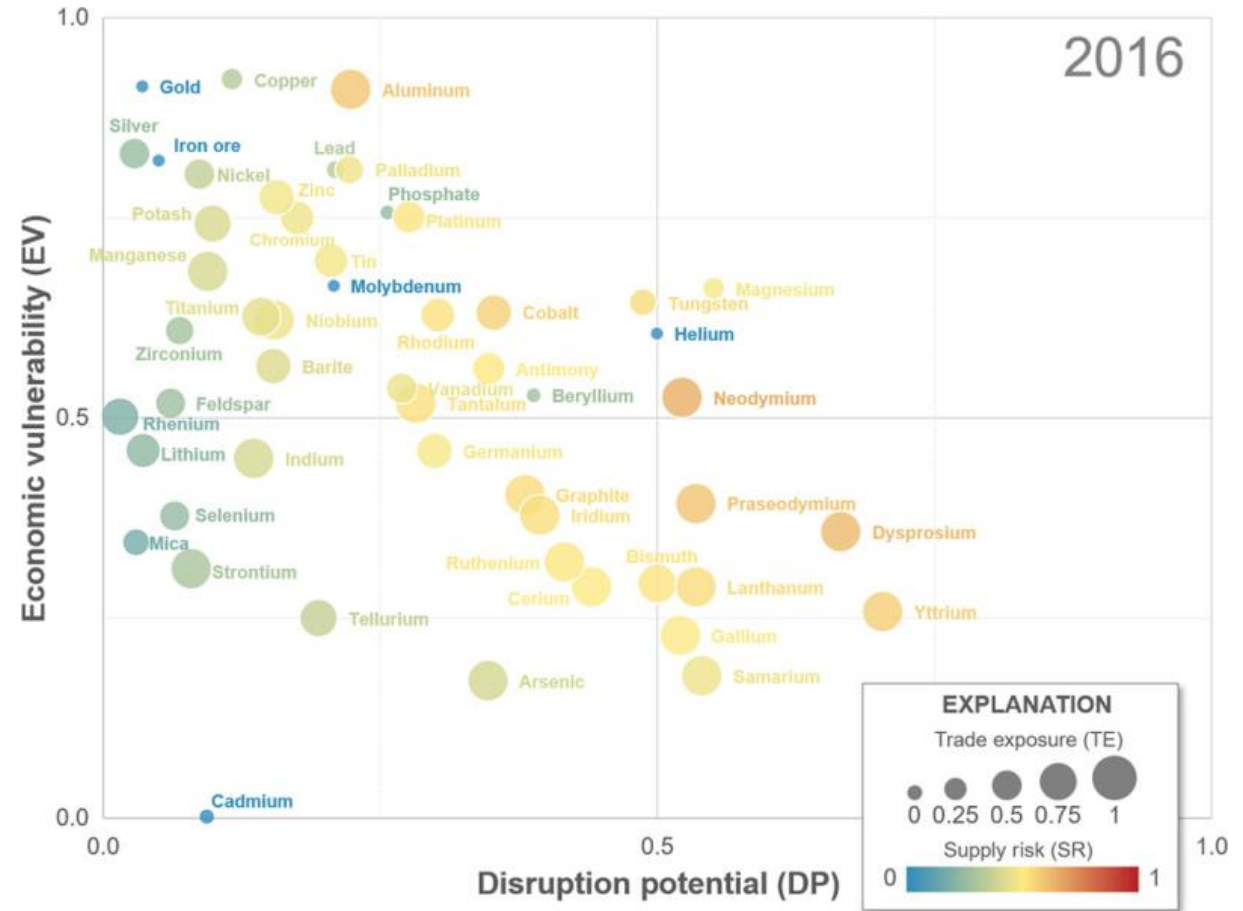
Source: S&P
Global Market
Intelligence

Τάσεις και προβλέψεις για τις ΟΠΥ

World Economic Forum (2015) Mining and Metals in a Sustainable World 2050

- Η ζήτηση και οι ανάγκες για ΟΠΥ αυξάνονται σε μεγάλο βαθμό*
- Η εφαρμογή της κυκλικής οικονομίας και της ανακύκλωσης ακολουθεί ανοδική πορεία
- Η κοιτασματολογική έρευνα και εξόρυξη παραμένουν στο επενδυτικό επίκεντρο
- Οι τεχνολογικές εξελίξεις είναι καθοριστικές και θα έχουν ολόενα και μεγαλύτερη σημασία
- Η κατανόηση και ο έλεγχος των αλυσίδων αξίας συμβάλλουν στην βιώσιμη ανάπτυξη

*Σύμφωνα με πρόβλεψη του ΟΟΣΑ η παγκόσμια ζήτηση ΟΠΥ θα υπερδιπλασιαστεί από 79 δισεκατομμύρια τόνους σήμερα σε 167 δισεκατομμύρια τόνους το 2060.



[Νέα μεθοδολογία του USGS προσδιορίζει 23 ΟΠΥ των οποίων η αβεβαιότητα πρόσβασης και προμήθειας αποτελεί μέγιστο κίνδυνο για την μεταποιητική βιομηχανία](https://advances.sciencemag.org/content/advances/6/8/eaay8647.full.pdf)

<https://advances.sciencemag.org/content/advances/6/8/eaay8647.full.pdf>

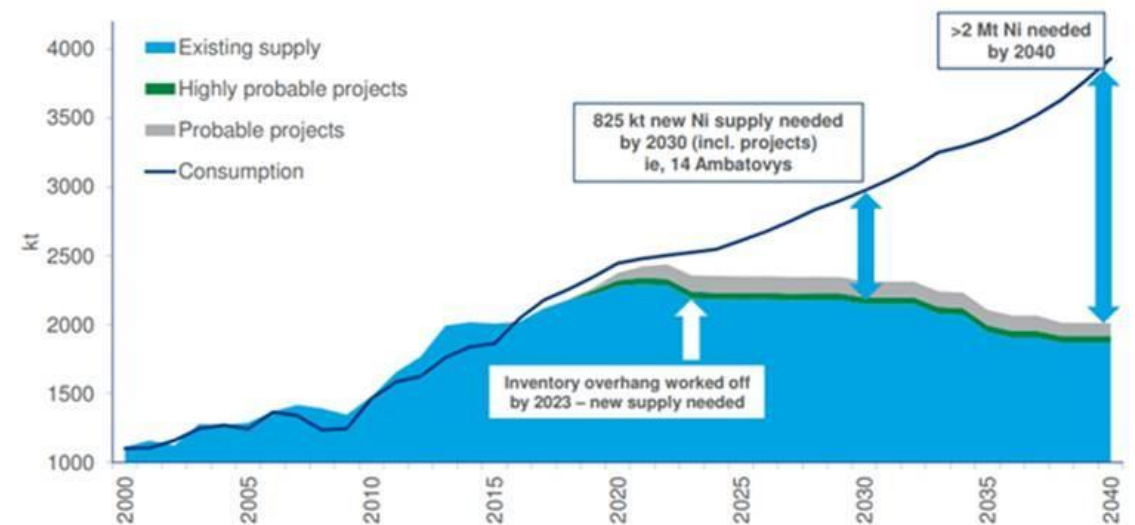
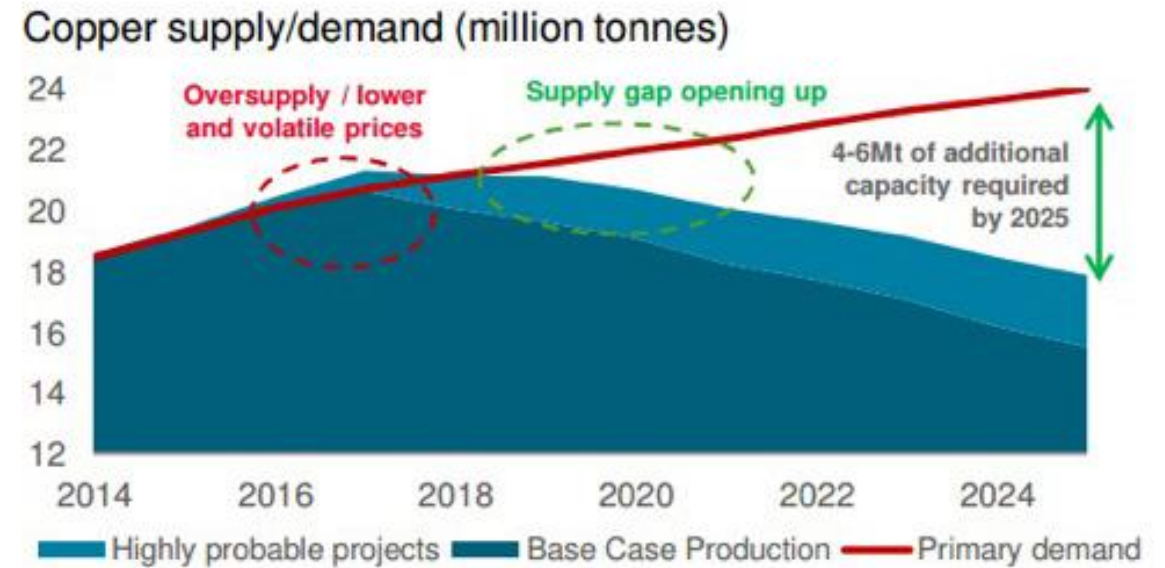
Η αυξανόμενη ζήτηση και κατανάλωση ΟΠΥ με αριθμούς

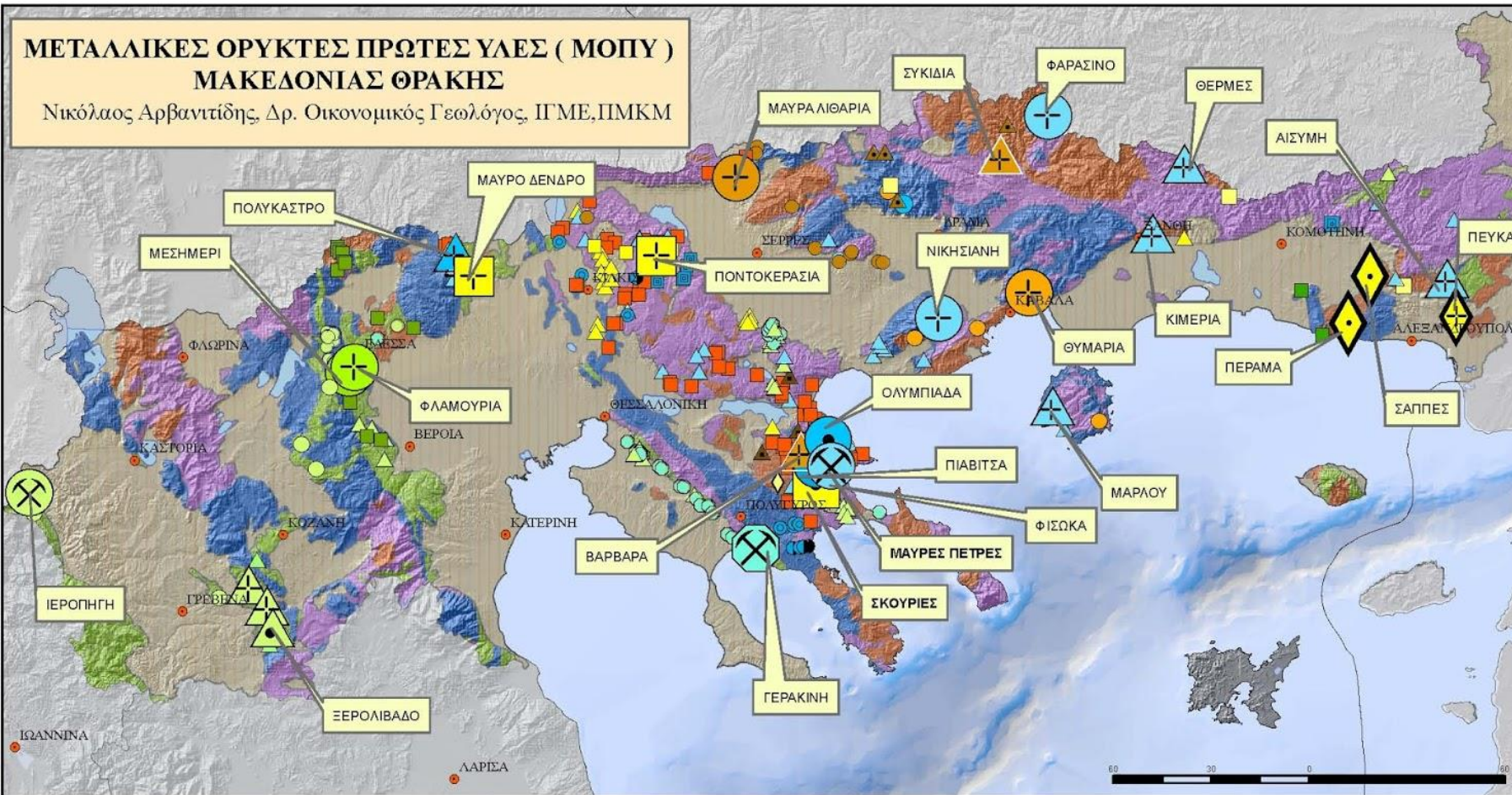
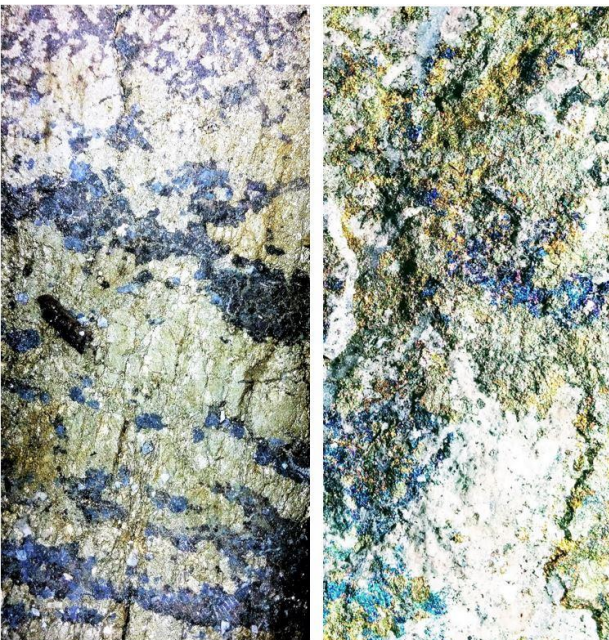
- Μεταξύ 2015 και 2050 ο αριθμός ηλεκτρικών αυτοκινήτων θα αυξηθεί από 1,2 σε 965 εκ. Αυτό σημαίνει ότι θα απαιτηθούν μπαταρίες με δυναμικό αποθήκευσης από 0,5 GWh σε 12.380 GWh, και φωτοβολταϊκά με δυναμικό ηλιακής ενέργειας από 223 GW σε παραπάνω από 7.100 GW
- Σχετικές μελέτες παρουσιάζουν ότι η ζήτηση ΟΠΥ από το 2015-2060 θα αυξηθεί κατά 87.000% για τις μπαταρίες, 1.000% για τις ανεμογεννήτριες και 3.000% για τα φωτοβολταϊκά.

Για να υπάρξει ανταπόκριση προτείνονται,

- Οι ΟΠΥ να ενταχθούν στο σχέδιο που αφορά στο κλίμα και την ενέργεια
- Να ελέγχεται η προέλευση των ΟΠΥ
- Να περιορισθεί η μονοπωλιακή σχέση των ΟΠΥ
- Να υπάρξει επιχειρηματικότητα με τοπικά και περιφερειακά χαρακτηριστικά
- Να υπάρξουν πρακτικές υπεύθυνης εκμετάλλευσης
- Δημιουργία ευνοϊκότερων συνθηκών στη βάση κυβερνητικών μέτρων

Υπάρχουν ΟΠΥ, όπως ο χαλκός, το νικέλιο, ο ψευδάργυρος, το αλουμίνιο, τα πολύτιμα μέταλλα, που είναι εξίσου ή ακόμη και περισσότερο κρίσιμες από τις σπάνιες γαιές για τις νέες τεχνολογίες μπαταριών και ενεργειακής μετάβασης, αλλά και την βιομηχανία ηλεκτρικών αυτοκινήτων. Όλες οι συγκεκριμένες ΟΠΥ εξορύσσονται ήδη, ή αποτελούν υποψήφια προς εκμετάλλευση κοιτάσματα στην Ελλάδα.





<p>ΓΕΩΛΟΓΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ</p> <ul style="list-style-type: none"> Ιζηματογενή πετρώματα Ασβεστόλιθοι-Μάρμαρα Γνεύσιοι-Αμφιβολίτες Ηφαιστειακά-Πυριγενή πετρώματα Βασικά - Υπερβασικά πετρώματα 	<p>ΜΕΤΑΛΛΙΚΕΣ ΟΡΥΚΤΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ (ΜΟΠΥ)</p> <p>Μαγματικές</p> <ul style="list-style-type: none"> Χρώμιο (Cr) Σιδηρονικέλιο (Fe, Ni) Λευκόλιθος (Mg) Χαλκός-σίδηρος (Cu, Fe) 	<p>Υδροθερμικές</p> <ul style="list-style-type: none"> Μικτά θειούχα βασικών μετάλλων (Pb, Zn, Ag) Πολυμεταλλικά μικτά θειούχα (Pb, Zn, Au, Ag) Χρυσός-χαλκός (Au, Cu, ± Mo ± PGE) Χαλκός-σίδηρος (Cu, Fe, ± As) Επιθερμικός χρυσός (Au, Ag, ± Cu) Βολφράμιο (W) Αντιμόνιο (Sb) Μαγνητίτης (Fe) 	<p>Υπεργενετικές</p> <ul style="list-style-type: none"> Μαγγάνιο/Πυρολουσίτης (Mn, Fe ± Pb ± Zn ± Ag ± Au) Χρυσός/λειμωνίτης (Au, Fe, ± Zn) <p>Προσχωσιγενείς</p> <ul style="list-style-type: none"> Χρυσός (Au)
<ul style="list-style-type: none"> Ενεργό μεταλλείο Βεβαιωμένα εκμεταλλεύσιμα αποθέματα Δυναμικά εκμεταλλεύσιμα αποθέματα 			



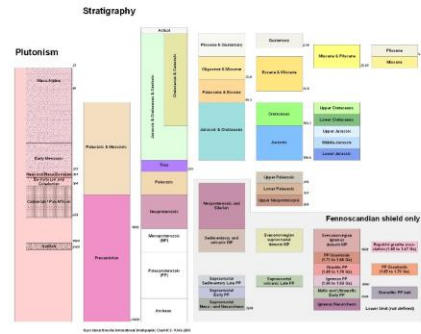
nikolaos.arvanitidis@sgu.se

sgu.se | [@sguSverige](https://www.instagram.com/sguSverige)

Ερωτήσεις ; Σχόλια; Συζήτηση ;

Main Mineral Deposits of Europe

Χάρτης των βασικών τύπων κοιτασμάτων μεταλλικών ορυκτών πρώτων υλών της Ευρώπης



Structural features

- Unfolded fault
- Normal strike-slip fault
- Inverted strike-slip fault
- Normal fault
- Thrust

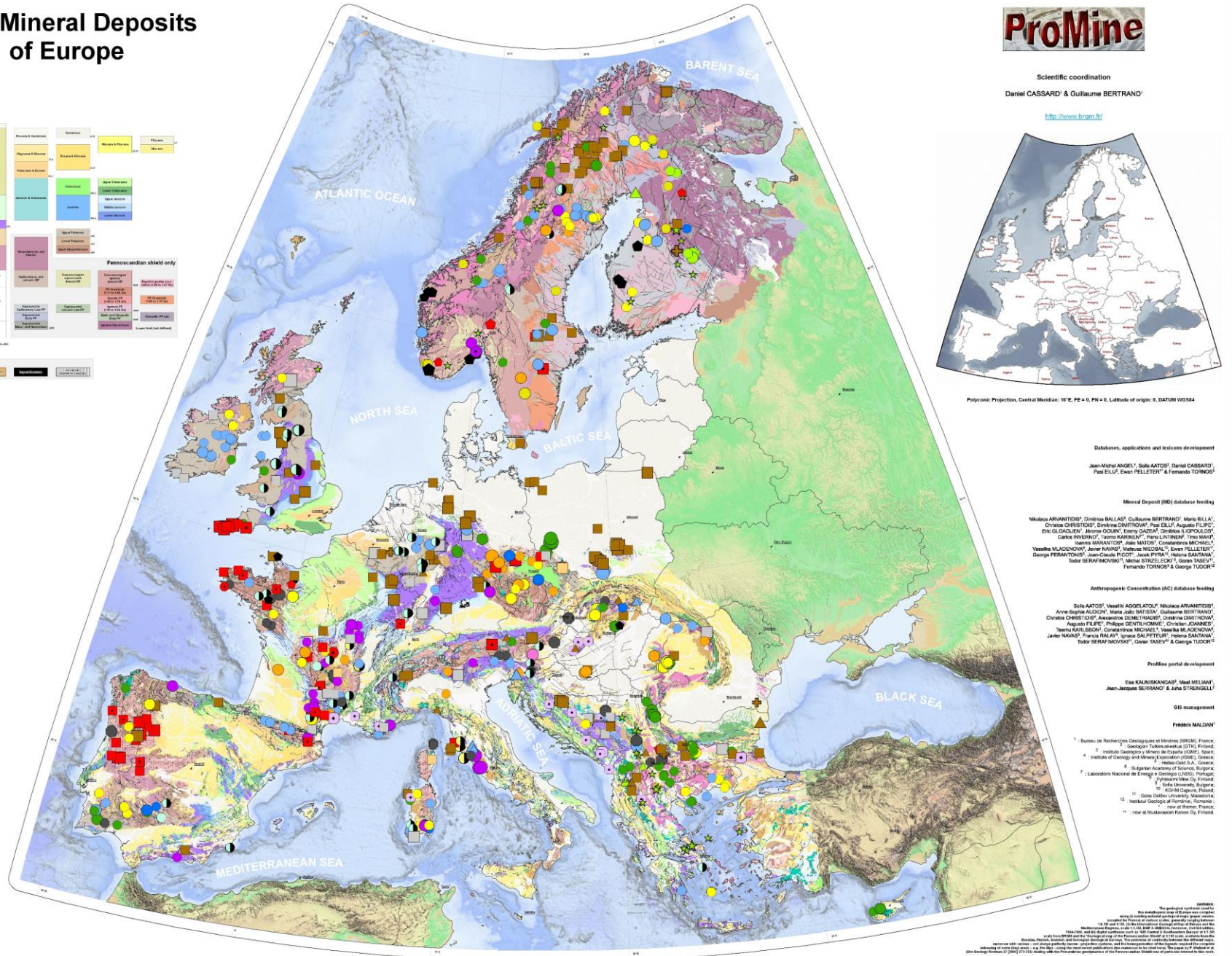
Main commodity

- Aluminium
- Antimony
- Asenic
- Baite
- Bismuth
- Chromium
- Cobalt
- Copper
- Diamond
- Fluorite
- Gaermanium, Gallium
- Gold
- Iron
- Lithium
- Lead
- Manganese
- Mercury
- Molybdenum
- Nickel
- Phosphite
- PGE, Platinum Group Elements
- Pyrite
- Silver
- Tantalum
- Tin
- Titanium
- Uranium
- Vanadium
- Zinc
- Zirconium

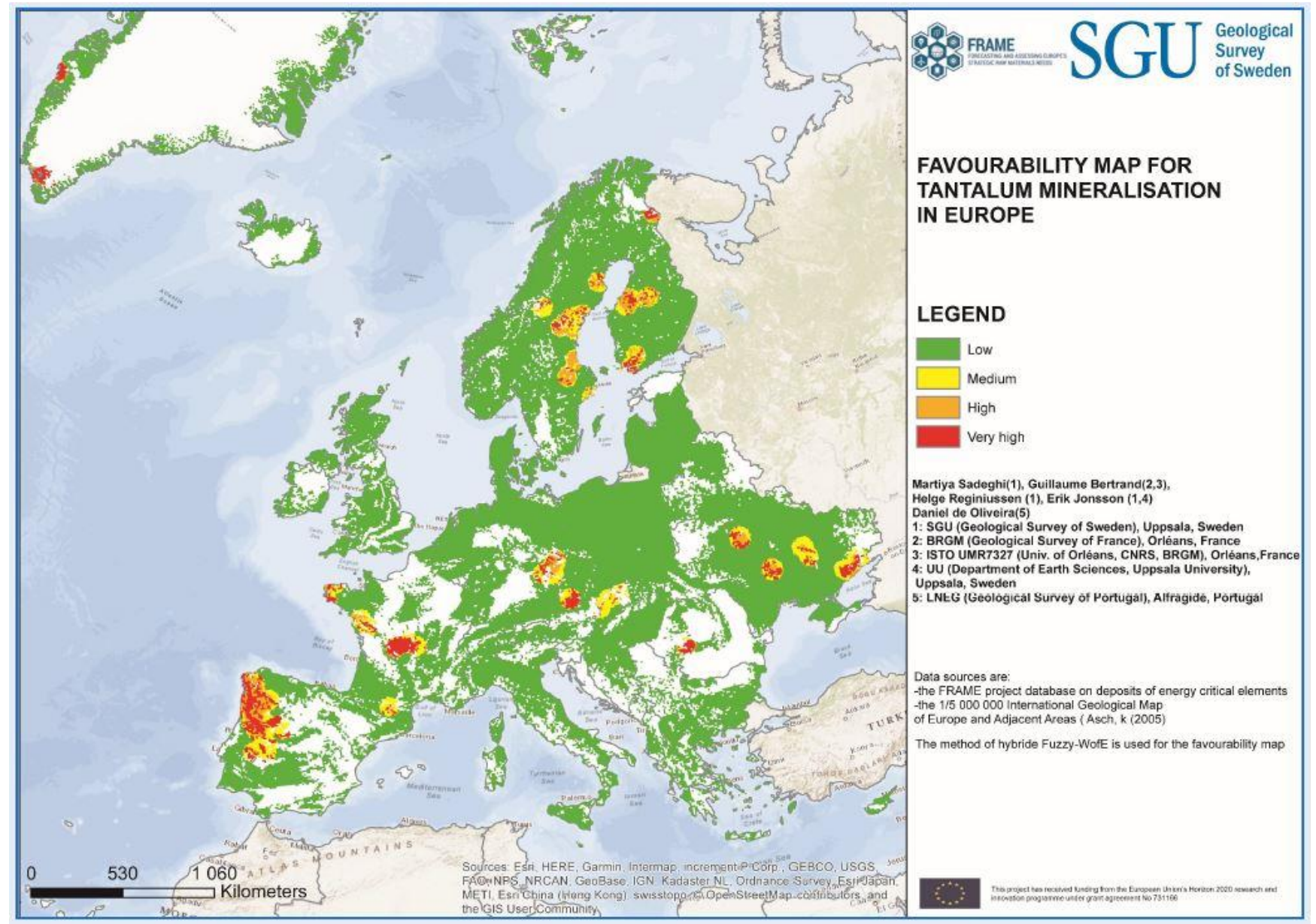
Deposit size

- Class A
- Class B
- Class C

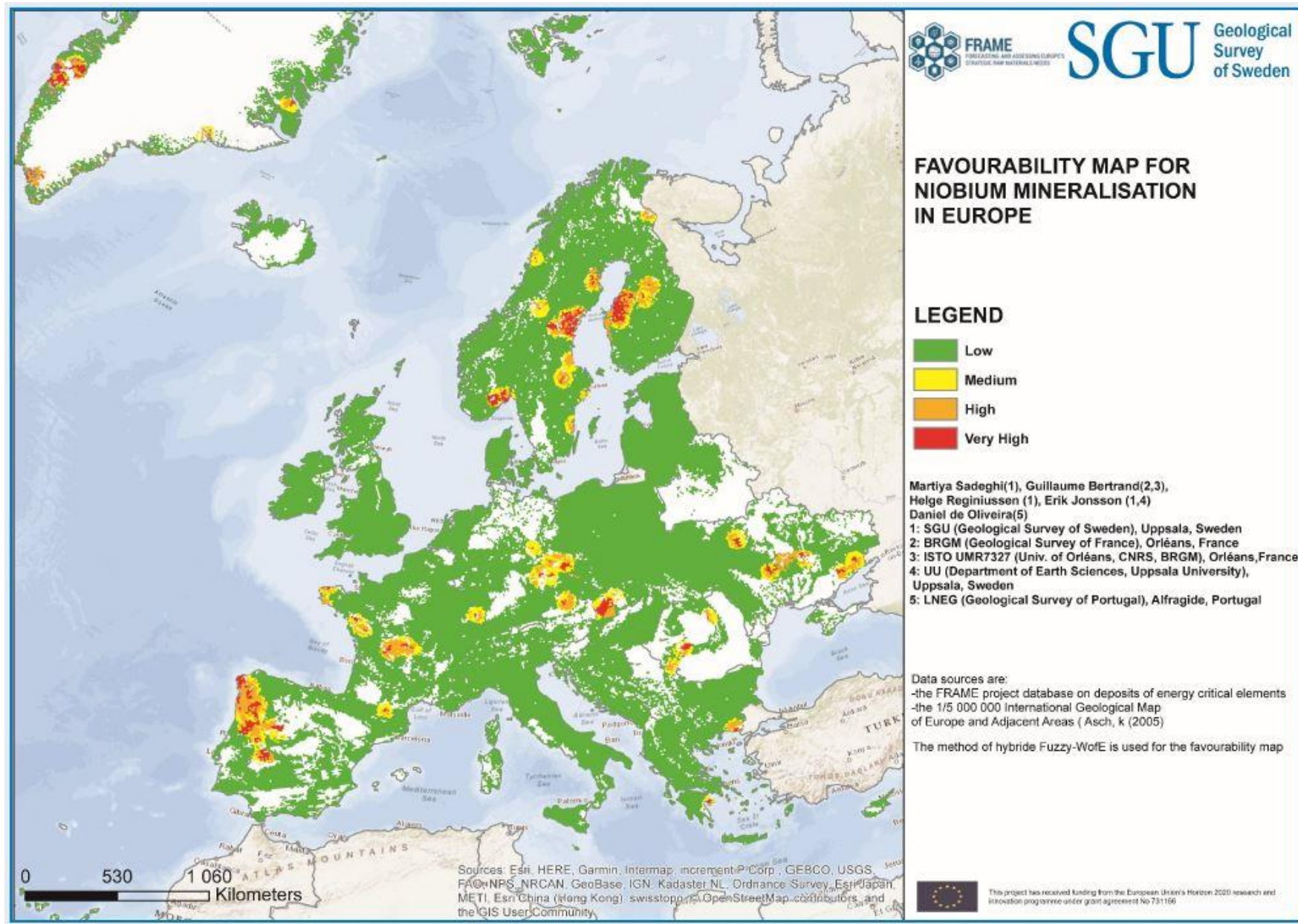
© ProMine, 2012 v2.0



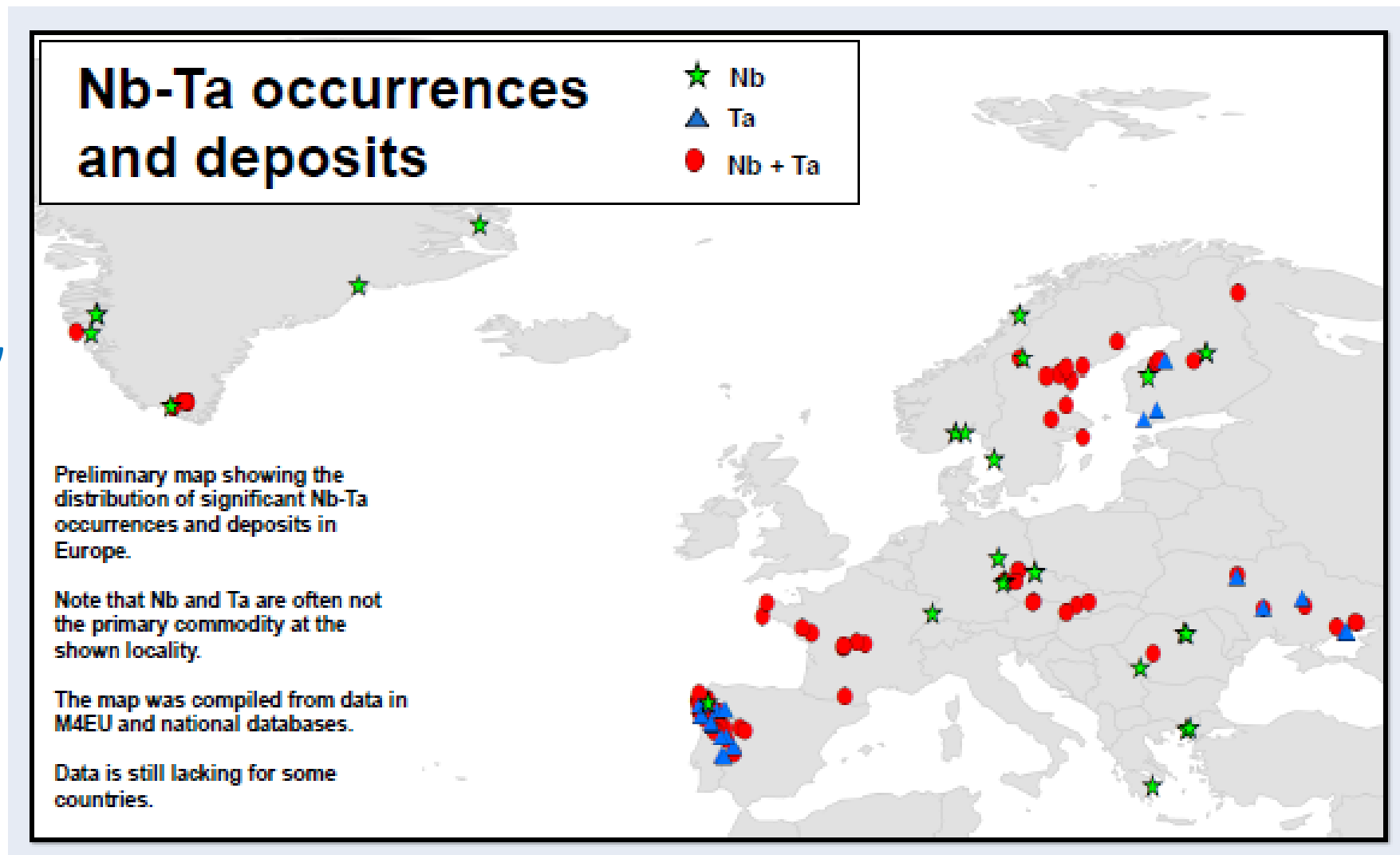
Χάρτης περιοχών με δυναμικό ενδιαφέρον για την κοιτασματολογική έρευνα ΟΠΥ ταντάλιου στην Ευρώπη



Χάρτης περιοχών με δυναμικό ενδιαφέρον για την κοιτασματολογική έρευνα ΟΠΥ νιόβιου στην Ευρώπη



Χάρτης
κοιτασματολογικών
τύπων ΟΠΥ
ταντάλιου και
νιόβιου στην
Ευρώπη



Helge Reginiussen et al, EGU2020

FRAME
FORECASTING AND ASSESSING EUROPE'S
STRATEGIC RAW MATERIALS NEEDS

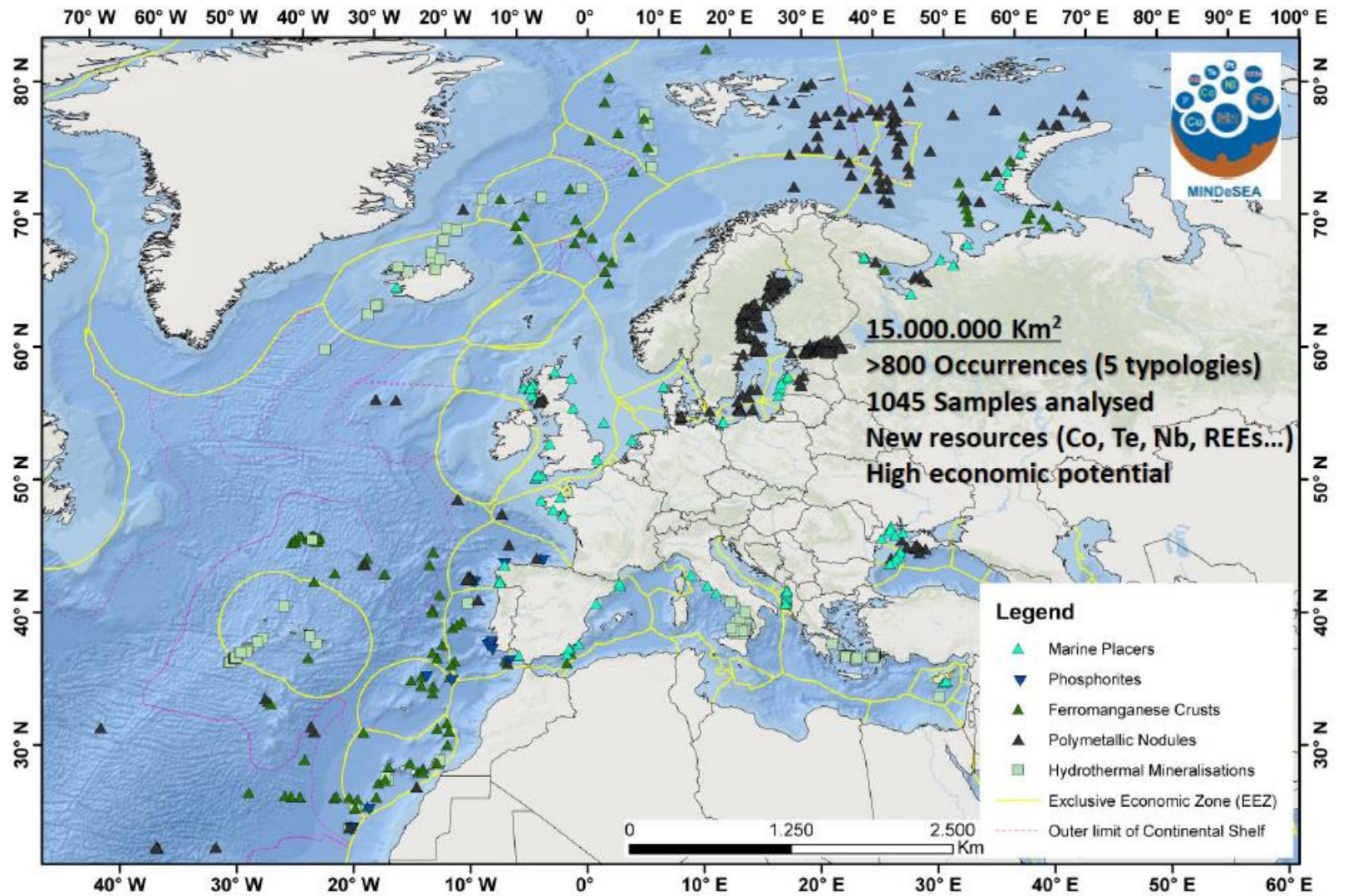
This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 731166

GeoERA
RAW MATERIALS

pan-European research approach for seabed mineral deposits

Χάρτης
υποθαλάσσιου
μεταλλογενετικού
δυναμικού της
Ευρώπης
σε κρίσιμες ΟΠΥ

Javier Gonzalez et al, EGU2020

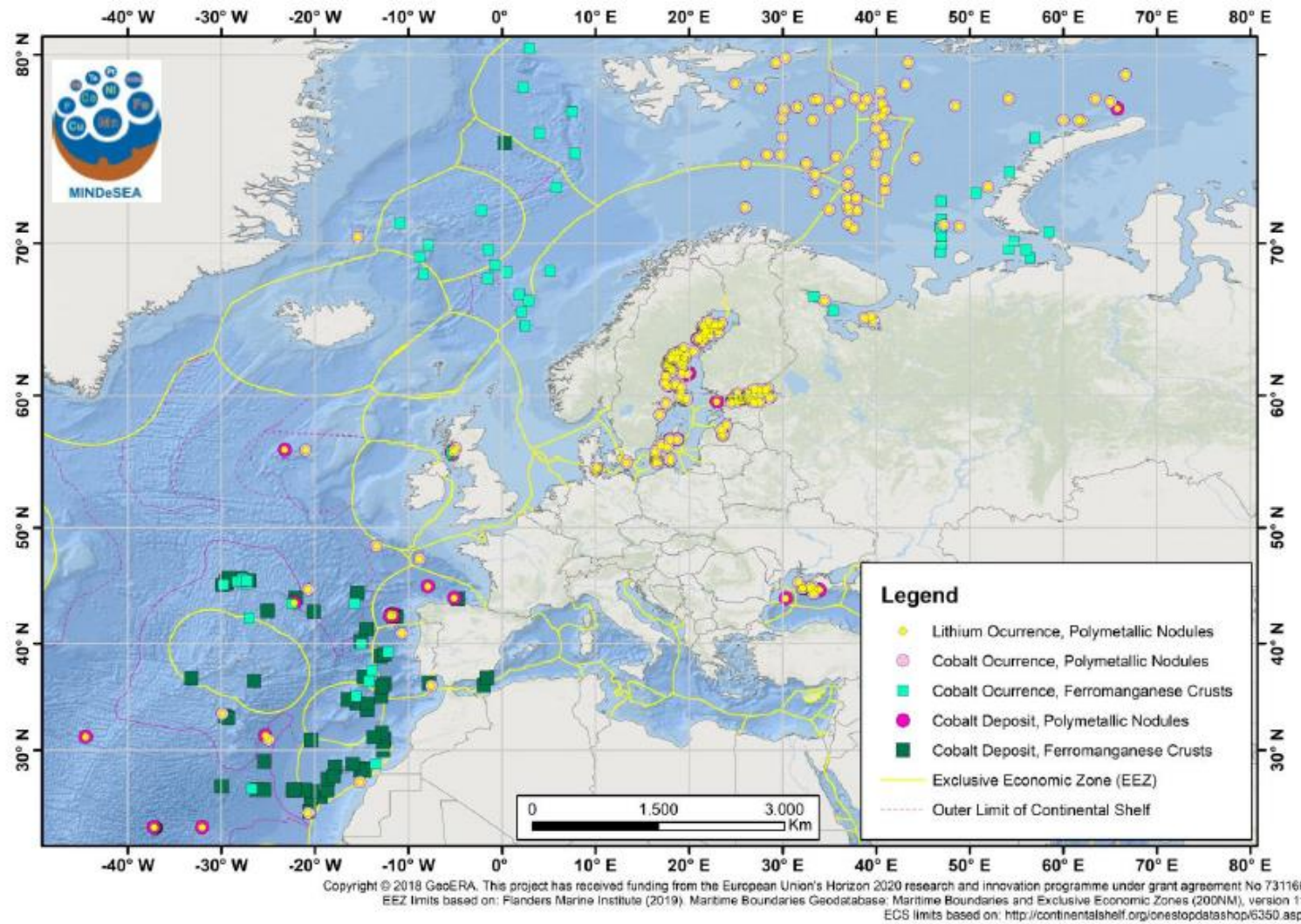


Copyright © 2018 GeoERA. This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 731166.
EEZ limits based on: Flanders Marine Institute (2019). Maritime Boundaries Geodatabase: Maritime Boundaries and Exclusive Economic Zones (200NM), version 11.
ECS limits based on: <http://continentalshelf.org/onestopdatashop/6350.aspx>

MINDeSEA Preliminary Results

Χάρτης
υποθαλάσσιου
μεταλλογενετικού
δυναμικού της
Ευρώπης
σε ΟΠΥ
μπαταριών λιθίου

Javier Gonzalez et al, EGU2020

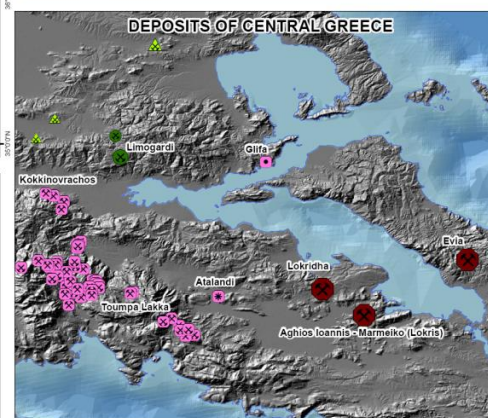
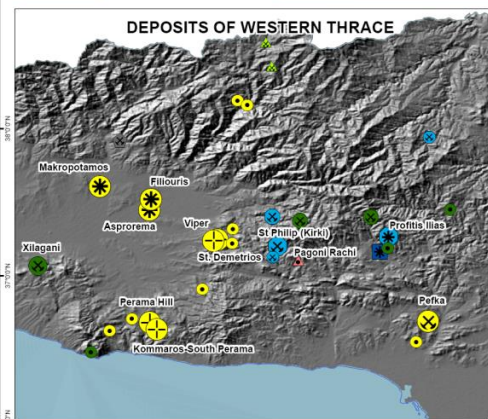
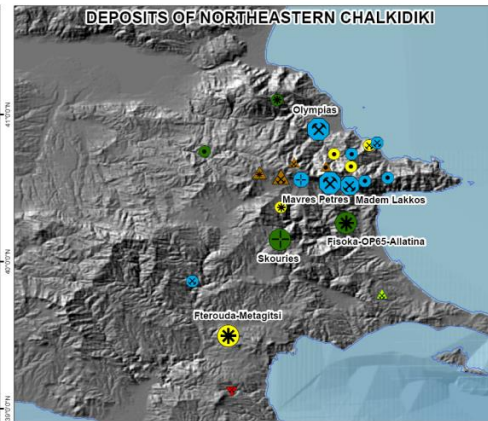
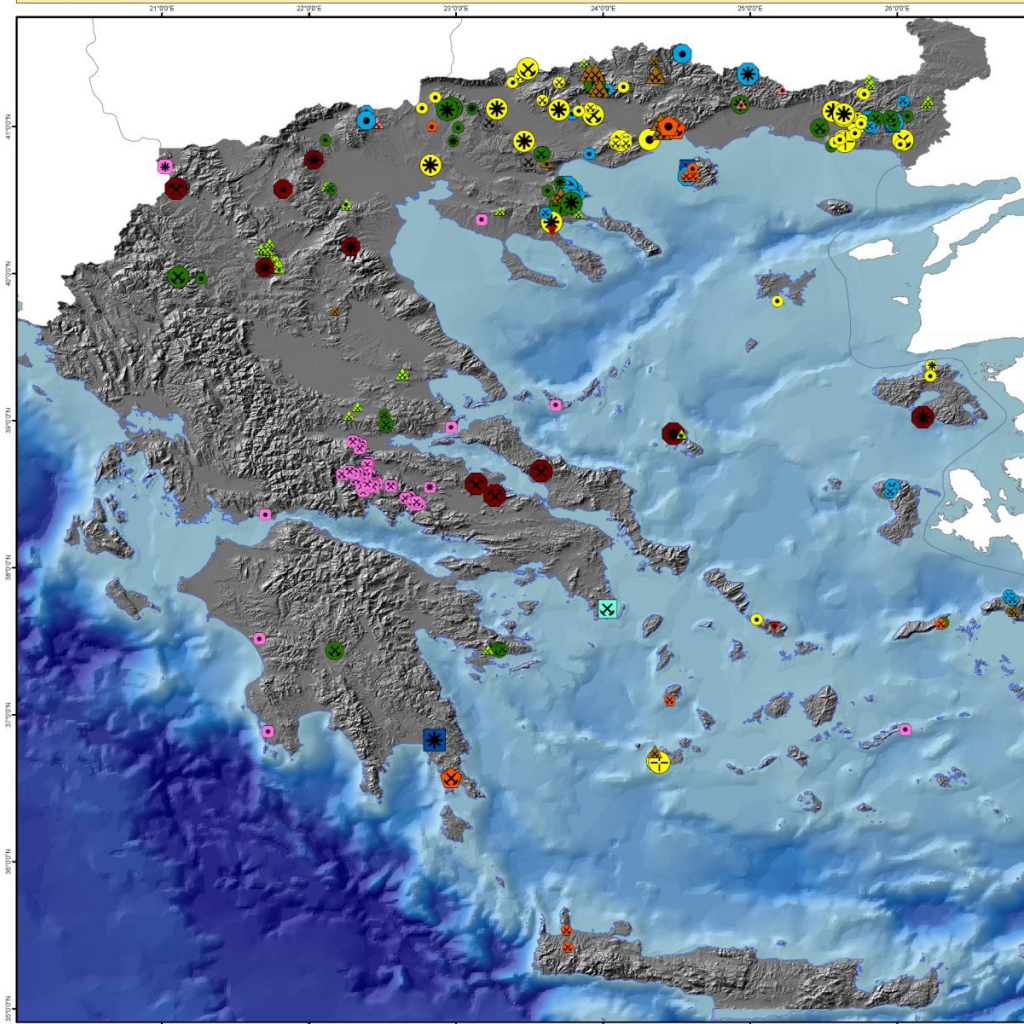




Main Metallic Commodities of Greece

ProMine

Source: IGME project reports / Promine database



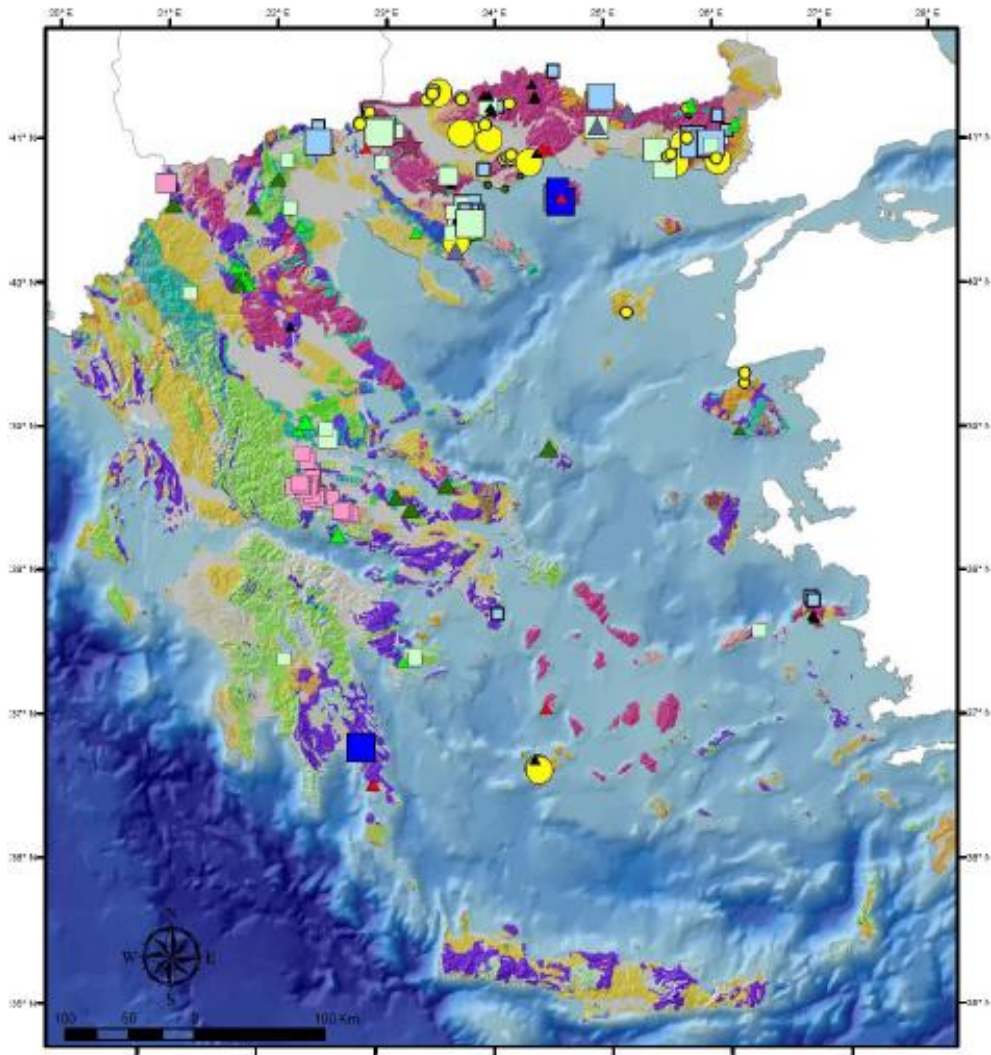
Legend

Metallic Minerals		Status		Class			
				Class A	Class B	Class C	Class D
				Very large deposit (≥ X)	Large deposit (≥ X)	Medium deposit (≥ X)	Small deposit (≥ X)
Aluminum	Lead - Zinc	Active mine	Class A	Au 3.E+09	1.E+08	1.E+07	1.E+06
Nickel	Iron	Minable deposit	Class B	Au 3.E+02	5.E+01	1.E+01	1.E+00
Gold	Antimony	Exploitable deposit	Class C	Cr 3.E+07	5.E+06	1.E+06	2.E+05
Chromium	Zinc	Showing	Class D, E, N/A	Cu 1.E+07	1.E+06	1.E+05	1.E+04
Copper (Gold)	Molybdenum	Abandoned deposit		Fe 1.E+09	1.E+08	1.E+07	1.E+06
Manganese	Tungsten			Mn 1.E+08	1.E+07	1.E+06	1.E+05
Lead				Mo 5.E+05	5.E+04	5.E+03	1.E+03
				Ni 2.E+06	2.E+05	2.E+04	2.E+03
				Pb 1.E+06	1.E+05	1.E+04	1.E+03
				PbZn 2.E+06	2.E+05	2.E+04	2.E+03
				Sb 5.E+04	1.E+04	2.E+03	1.E+03
				W 5.E+04	5.E+03	5.E+02	5.E+01
				Zn 2.E+06	2.E+05	2.E+04	2.E+03

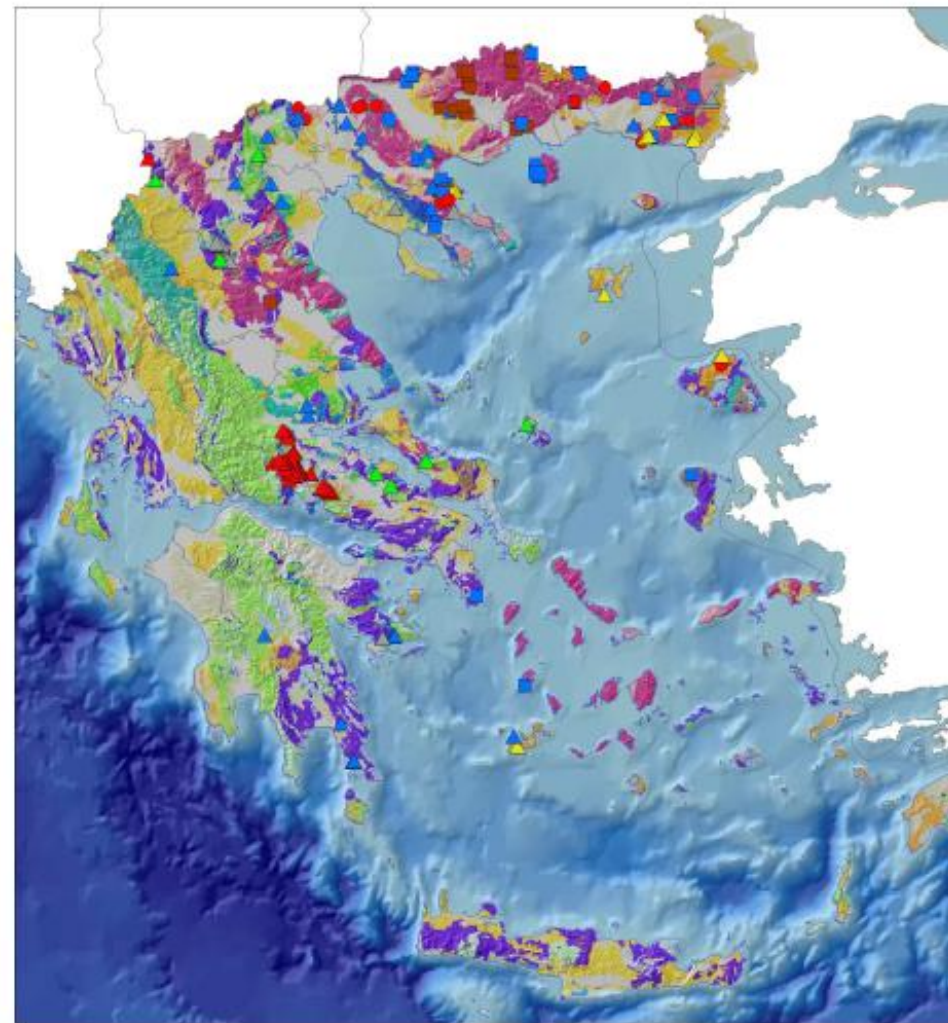
Unit: tonnes (1,000 kg)

Greek Institute of Geological and Mineral Exploration
 General Director: Ass. Prof. K. Papanastasiou
 Coordinated by: N. Arvanitidis, Dr. Economic Geologist
 Compiled by economic geologists of IGME: K. Michael, D. Eloropoulos, I. Marantou, A. Demetriades, E. Grivas
 Contribution by economic geologists, geologists & mineralogists of IGME: A. Rousos, K. Angelopoulos, S. Dabizas, J. Hatzivassilas, N. Epiridou, A. Badi, A. Theodoridis, M. Nymphopoulos, P. Pissaris, N. Vessinis, I. Zarnas
 G.I.S. processing: C. Christidis, M. Kallias

Οι Μεταλλικές Ορυκτές Πρώτες Ύλες αποτελούν διαχρονικό στόχο κοιτασματολογικής έρευνας στην Ελλάδα



Main Metallic Commodities of Greece



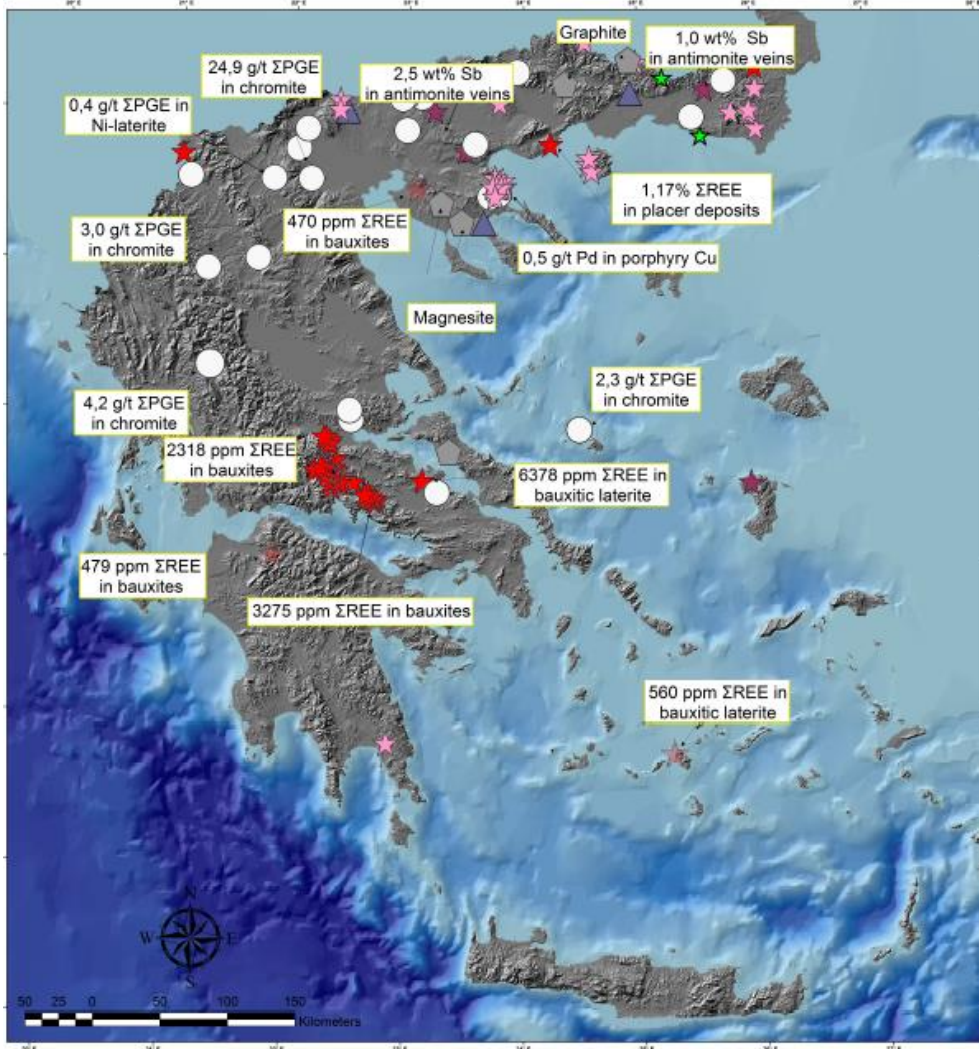
Genetic Types of Main Metallic Mineral Deposits of Greece





Critical raw materials in Greece

Source: IGME project reports / Promine database



- ★ Gallium, Germanium & Indium in mixed sulphides and bauxites
- ★ Rhenium in porphyry molybdenum systems
- PGE (Platinum Group Elements) in porphyry copper systems, Fe-Ni-Laterites and chromite deposits
- ★ Sb in antimonite veins
- ★ REE (Rare Earth Elements) in bauxites and bauxitic laterites
- ▲ Tungsten in skarns & veins
- ⊞ Specialty and other industrial rocks and minerals (Graphite, Magnesite)

Greek Institute of Geological and Mineral Exploration
 General Director: Asst. Prof. K. Papavasiliou
 Coordinated by: N. Arvanitidis, Dr. Economic Geologist
 Compiled by economic geologists of IGME: K. Michael, D. Cloupidou, I. Marantis, A. Darnelinas, E. Orvas
 Contribution by economic geologists, geologists & mineralogists of IGME: A. Rassias, K. Angelopoulos, S. Dalozas, J. Ilatyanagis, N. Eptropou, A. Iacis, A. Theodorou, M. Nymphopoulos, P. Plocama, N. Vercaris, I. Zaccaro
 G.I.S. processing: C. Christidis, M. Xifaras

Potential (re) sources of critical minerals/commodities in Greece

CRITICAL MINERALS/COMMODITIES	NUMBER OF 285 DEPOSITS	DEPOSITS TYPES
REE (Main commodity)	3	Placers, Pegmatite dykes
REE (Minor commodity)	13	Bauxites, Lateritic Bauxites and Fe-Ni Laterites
Sb (Main commodity)	5	Stibnite veins
Sb (Minor commodity)	1	Stibnite stockwork veins
W (Main commodity)	2	Scheelite veins
W (Minor commodity)	2	Cu-(Mo) skarn mineralisation
Ge (Minor commodity)	1	Au-Cu epithermal/porphyry mineralisation
C – Graphite (Main commodity)	2	Rhodope biotite schists/gneisses
Mg (Main commodity)	4	Magnesite veins
PGE (Minor commodity)	18	Fe-Ni Laterites, Chromites, Cu-Au porphyry systems

53 of 285 contain one or more critical minerals



Institute of Geology and Mineral Exploration, Athens, Hellas

www.igme.gr



ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΜΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ ΠΡΩΤΩΝ ΥΛΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Σύνθεση : Νικόλαος Αρβανιτίδης Δρ. Οικονομικός Γεωλόγος 2010



ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΟΡΥΚΤΑ

- Βωξίτης
- Νικελιώχος Λατερίτης
- Μικτά θειούχα
- Λευκόλιθος

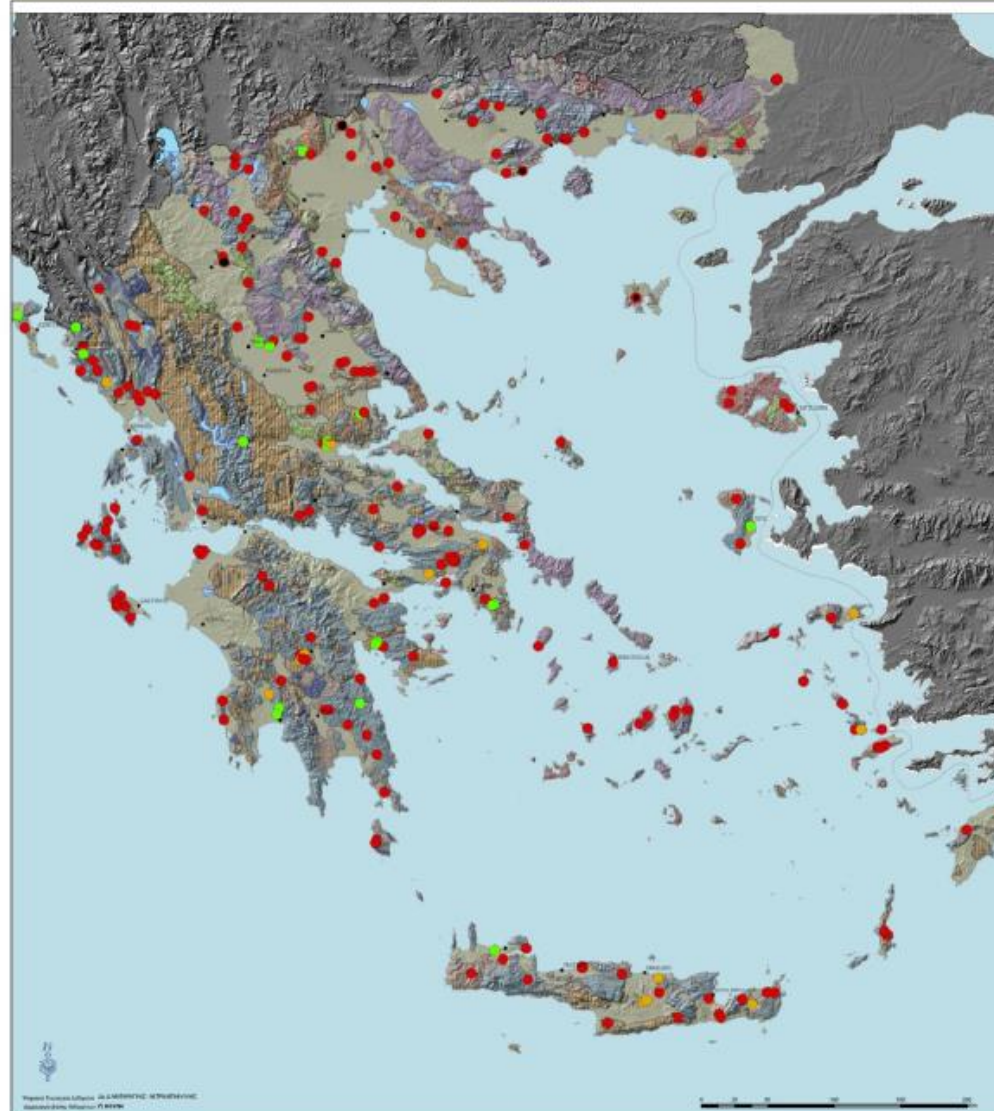
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΟΡΥΚΤΑ

- Μπεντονίτης-Περλίτης
- Χαλαζίας
- Ασφαιδία Τραγοπούς ομίλης
- Γύψος
- Καολίνης
- Ασφαιδία Τραγοπούς ομίλης
- Γύψος
- Κίσηρης
- Χουντίτης-Υδρομαγνησίτης
- Ολιβίνης
- Ατταπουλιγίτης
- Αμφιβολίτης/ Πετροβαμβακας

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΘΡΩΠΙΝΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΒΙΩΣΙΜΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ
ΛΑΤΟΜΕΙΑ ΑΛΑΤΙΝΩΝ ΥΑΛΙΝΩΝ ΕΛΛΑΔΑΣ



ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΟΜΑΔΑΣ ΕΡΕΥΝΑΣ
ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ, Δ. ΒΑΡΑΣ, Ε. ΒΛΑΔΕΡΗ, Θ. ΒΟΥΓΙΤΣΑΚΗΣ, Α. ΔΟΥΤΟΥΚΑΣ, Η. ΓΡΗΓΑΣ, Θ. ΔΗΜΗΤΡΗΣ, Ι. ΔΑΝΙΑΣ, Α. ΚΑΡΑΪΩΑΝΗΣ, Σ. ΚΑΡΑΥΑΝΙΔΗΣ, Λ. ΚΑΤΣΩΝΗ, Η. ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΗΣ, Π. ΚΥΡΙΑΚΟΠΟΥΛΟΣ
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΡΕΥΝΑ ΚΑΙ ΚΑΤΑΡΤΙΣΗ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ
ΠΡΟΤΕΡΑΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΡΤΙΣΗΣ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ
ΠΡΟΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΚΠΟΙΗΣΗ



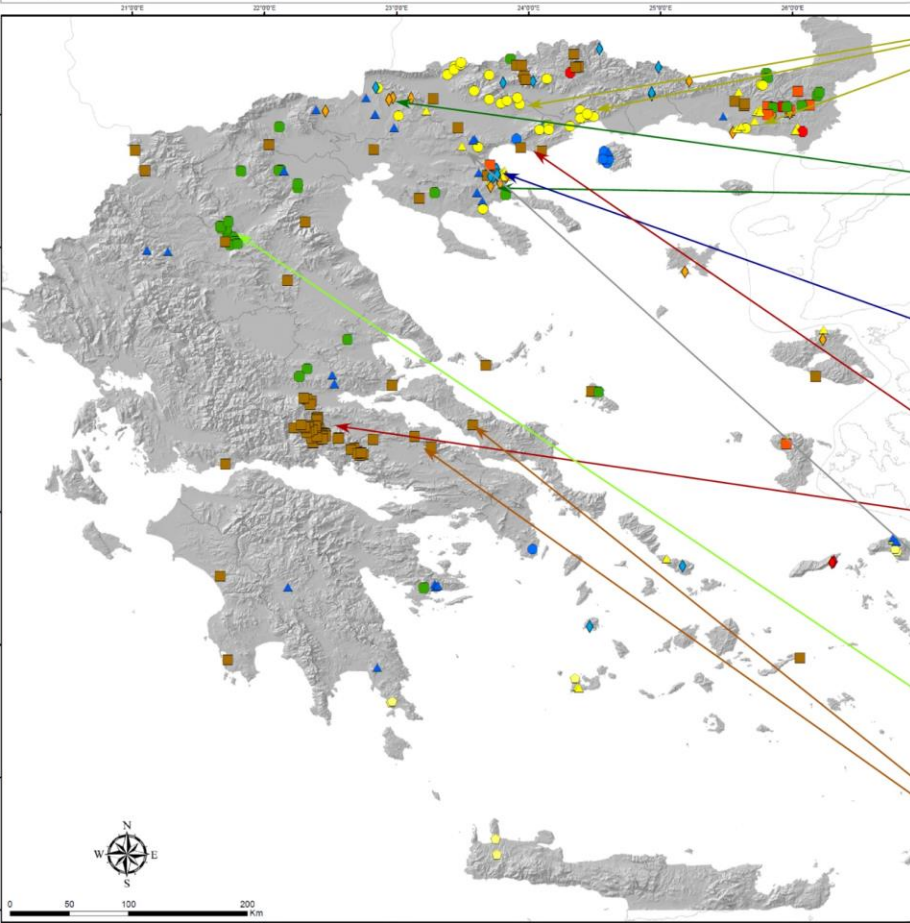
ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- | | | | |
|----------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
| ■ Μεταλλογενείς ορυκτοίτες | ■ Ασφαιδία Τραγοπούς ομίλης | ■ Ορυκτογενής πετρώματα | ● Ενυφεί Αιγαίου |
| ■ Τεταρτογενείς Τραγοπούς ομίλης | ■ Ασφαιδία Μεσοομίλης ομίλης | ■ Μεταμορφωμένα πετρώματα | ● Λαζαρίτες και στρογγυλοίτες |
| ■ Φωσφοί | ■ Μυκητογενή | ■ Βωξίτης-Υδρομαγνησίτης ορυκτοίτες | ● Αργεούς ορυκτοίτες |
| ■ Ασφαιδία Τραγοπούς ομίλης | ■ Πρωτογενή ορυκτοίτες | ■ Ηφαιστειακά ορυκτοίτες | ● Λαζαρίτες ορυκτοίτες |
| ■ Ασφαιδία Μεσοομίλης ομίλης | ■ Γεωλογικά ορυκτοίτες | | |

Επίσημο Έργο Γ. Κ. Π. 2. 1986 2008
Υποέργο Έργο: Έπ. 3. 10172008

Δυναμικοί στόχοι κοιτασματολογικής έρευνας στην Ελλάδα

Deposit types of Metallic Minerals in Greece ProMine
Source: IGME project internal reports / Promine mineral database

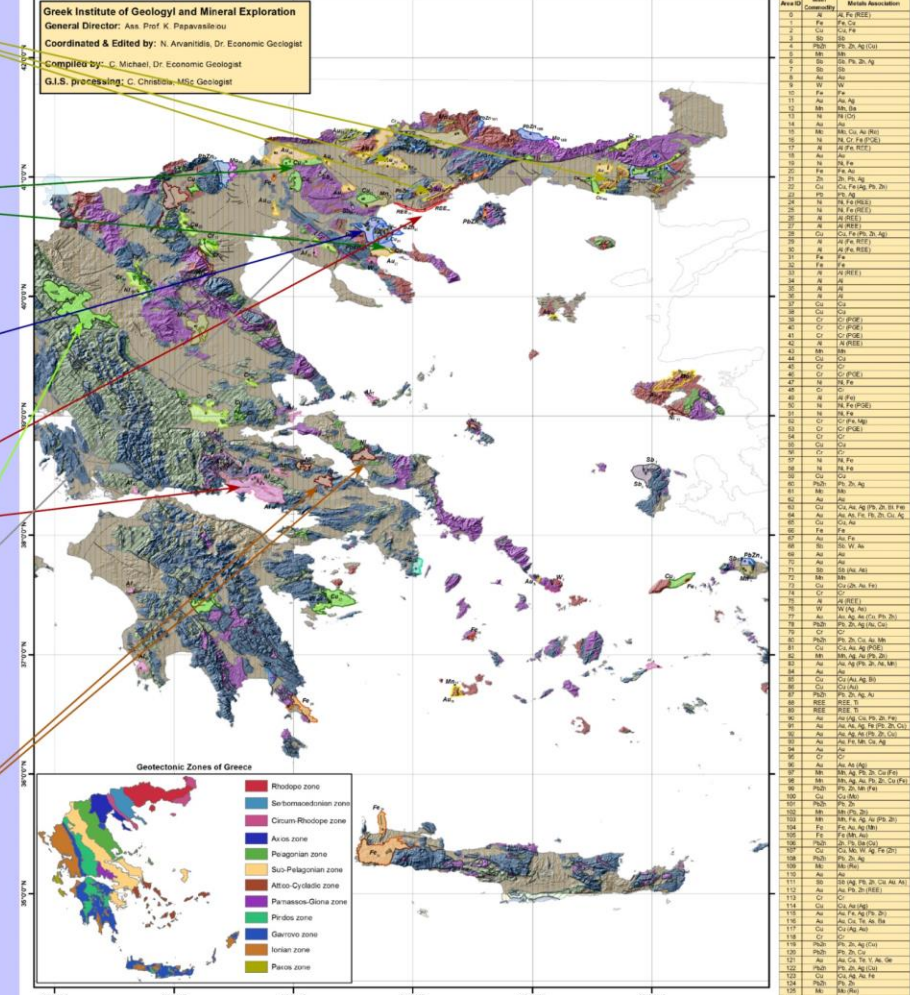


Ore Genetic Types		Legend	
▲ Epithermal	● Pegmatites	● Sedimentary deposits	▲ VMS
◆ Igneous felsic	● Carbonate-hosted deposits	■ Residual deposits	■ Base metals veins
◆ Igneous intermediate	● Sedimentary deposits		
◆ Igneous replacement	● VMS		
◆ Mafic or ultramafic	● Residual deposits		
● Orogenic gold	● Base metals veins		

Genetic Type	Metal Associates
Alkaline & Peralkaline intrusions	Pb, Nb, REE, P, (Ta, Zr, Sc, F, U, Fe)
Epithermal	Au, Ag, Sb, Hg, Te, Cu, In
Igneous felsic	Zn, W, Ta, Nb, Mo, U, Be, B, Th, Pt
Igneous intermediate	Cu, Mn, Au, (Bi)
Igneous replacement	Pb, W, Pb, Zn, Cu, Au
IGCE	Pb, Cu, Au, (P, REE, U, Co)
Mafic or ultramafic	Pb, Zn, V
Mafic or ultramafic	Ni, Cr, Cu, PGE, (Co, Bi, U, Ag)
Orogenic gold	Au, (Ag, As, W, Cu, Sb, Bi)
Pegmatites	Nb, Ta, Zn, U, Bi, (U, REE)
Carbonate-hosted deposits	Zn, Pb, Ag, Ba
Sandstone- and shale-hosted deposits	Cu, U, Pb (W, Co, Zn, V, PGE, Re)
Sedimentary deposits	Pb, Mn
VMS	Cu, Zn, Pb, (Ag, Au, Te, Sn, In)
Residual deposits	Fe, Al, Ni, Cu, (Mn, Au, P, REE)
Base metals veins	Pb, Zn, Cu, U, (Bi, Pt)

Greek Institute of Geology and Mineral Exploration
General Director: Ass. Prof. K. Papavasiliou
Coordinated by: N. Anagnostou, Dr. Economic Geologist
C. Michael, Dr. Economic Geologist
I. Maniatis, Dr. Economic Geologist
A. Dimitrakidis, MSc. Eng. Geol.
E. Sionas, Economic Geologist
Contributions by: A. Rassios, Dr. Economic Geologist
K. Angelopoulos, Dr. Economic Geologist
S. Daskalakis, Dr. Geologist
J. Hatzigeorgidis, Dr. Economic Geologist
N. Epitropaki, Economic Geologist
A. Iliadis, Dr. Economic Geologist
A. Theodoridis, Economic Geologist
M. Nikipouraki, Dr. Economic Geologist
P. Promine, Mineralogist
N. Veranis, Economic Geologist
I. Zarnias, Mineralogist
G.I.S. processing: C. Christidis, MSc. G.I.S. Geologist

Mineral Resources & Metallogenic Districts in Greece ProMine
Source: IGME project internal reports / Promine mineral database



Non Energy Metallic Minerals		Districts		Geology		Tectonic	
● Aluminum	● Molybdenum	■ High potential of discoveries	■ Neogene sediments and Quaternary deposits	— Overthrust	— Fault	— Overthrust probable	— Geological boundary
● Gold	● Nickel	■ Good exploration potentials	■ Paleozoic to Tertiary carbonate rocks	— Tectonic contact (mainly thrust)	— Thrust probable		
● Chromium	● Lead		■ Precambrian to Mesozoic metamorphic rocks				
● Copper	● Lead - Zinc		■ Tertiary sedimentary rocks (Flysch, molasse)				
● Iron	● Rare Earths		■ Mesozoic basic / ultrabasic rocks				
● Manganese	● Antimony		■ Mesozoic to Tertiary plutonic / volcanic / sub-volcanic rocks				

High potential areas for Au discoveries

High potential areas for Cu discoveries

High potential areas for Pb, Zn, Ag discoveries

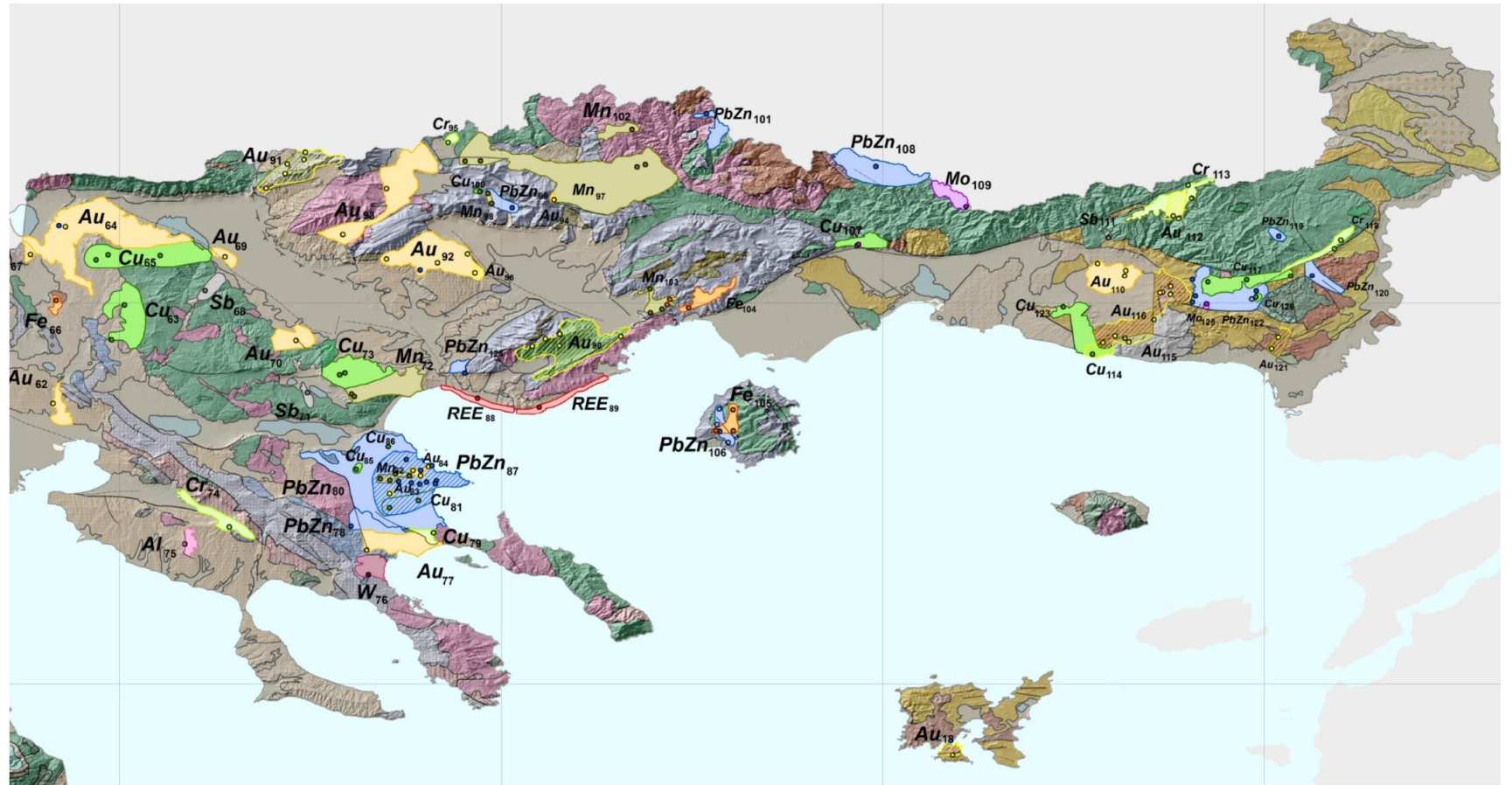
High potential areas for REE discoveries

High potential areas for Sb discoveries

High potential areas for Cr discoveries

High potential areas for Ni discoveries

Οριοθέτηση περιοχών με δυναμικό ενδιαφέρον κοιτασματολογικής έρευνας μεταλλικών ΟΠΥ στην Ελλάδα



Districts Main Commodity

Al - high potential of discoveries	Cu - high potential of discoveries	Mo - good exploration potentials	REE - good exploration potentials
Al - good exploration potentials	Cu - good exploration potentials	Ni - high potential of discoveries	Sb - high potential of discoveries
Au - high potential of discoveries	Fe - high potential of discoveries	Ni - good exploration potentials	Sb - good exploration potentials
Au - good exploration potentials	Fe - good exploration potentials	Pb - good exploration potentials	W - high potential of discoveries
Cr - high potential of discoveries	Mn - good exploration potentials	PbZn - high potential of discoveries	W - good exploration potentials
Cr - good exploration potentials	Mo - high potential of discoveries	PbZn - good exploration potentials	Zn - high potential of discoveries

