

# ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ

**Η επανάσταση μόλις αρχίζει**

# Η ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΧΡΕΙΑΖΕΤΑΙ:

---

- Πρώτες ύλες
- Μηχανήματα και τεχνική υποστήριξη
- **Εργασία**
  - Από ανθρώπους
  - Από μηχανές (ρομπότ)

Πολλές εργασίες που γίνονται από ανθρώπους μπορούν να γίνουν και από ρομπότ

# ΔΙΑΜΟΙΡΑΣΜΟΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

---

- Οι εργασίες διαμοιράζονται ανάμεσα σε ανθρώπους και μηχανές (ρομπότ)
- Τα βασικά κριτήρια είναι
  - οικονομικά και
  - Τεχνικά

Σε πολλές περιπτώσεις είναι ακόμα πιο οικονομικό να χρησιμοποιούνται εργάτες αντί για κάποιο ρομποτικό σύστημα που θα έκανε τις ίδιες εργασίες.

# Η ΔΥΝΑΜΙΚΗ

---

- ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ

- Οι τιμές τού υλικού θα μειωθούν περίπου 20% έως το 2025
- Οι τιμές για το απαραίτητο λογισμικό μειώνονται περίπου 2% ετησίως
- Η απόδοση των ρομποτικών συστημάτων αυξάνεται περίπου 5% ετησίως
- Σημειώνεται πρόοδος σε τεχνολογίες αισθητήρων, σύλληψης, πληροφορικής, τεχνητής νοημοσύνης και δικτύωσης

- ΕΡΓΑΣΙΑ

- Το κόστος εργασίας αυξάνεται παντού
- Η υπογεννητικότητα προκαλεί έλλειψη «νέων χεριών» οπότε ο μέσος όρος των εργατών ανεβαίνει

# ΤΙ ΑΝΑΜΕΝΕΤΑΙ ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ

---

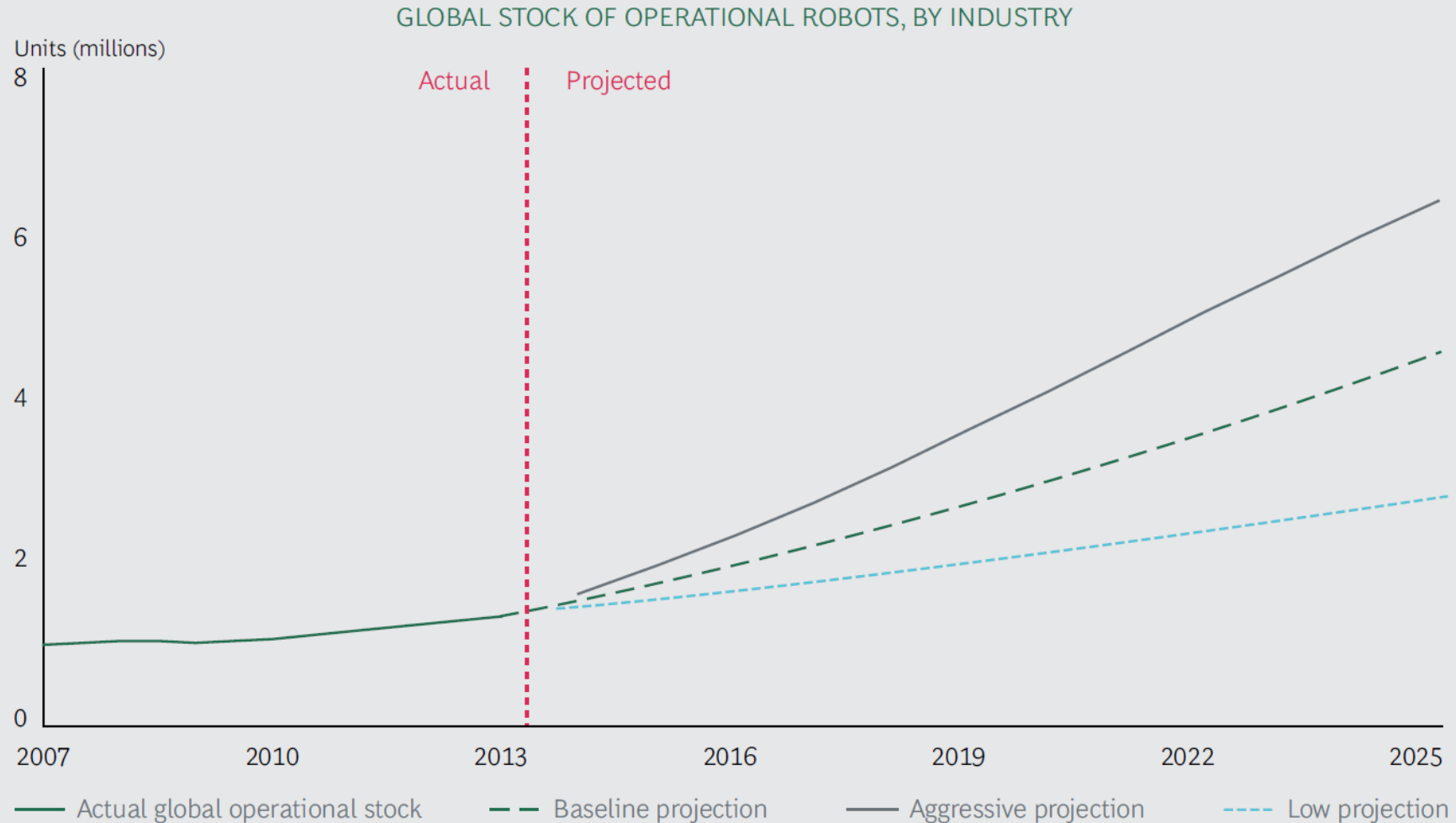
- Το ποσοστό τής ρομποτικής εργασίας θα ανέβει από 10% σήμερα σε 25% μέχρι το 2025
- Μερικές χώρες είναι πιο τολμηρές στην υιοθέτηση ρομποτικής εργασίας ακόμα και κάποιες που έχουν πολύ φθηνό εργατικό κόστος (π.χ. Κίνα)
- Η ρομποτική εργασία θα διαχυθεί σε ολοένα και πιο μικρής κλίμακας επιχειρήσεις
- Το κόστος των προϊόντων από χώρες με πλατιά ρομποτική βάση θα μειωθεί
- ...και οι ανάλογες συνέπειες (ανεργία, μικρότερες εξαγωγές, κλπ.)

# Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΗΜΕΡΑ

- Μετά από 55 χρόνια υπάρχουν σήμερα 1.400.000 ρομπότ περίπου
- Η διείσδυση είναι πολύ μικρή. Π.χ. στη χημική βιομηχανία (περιλ. μετάλλων) στην Ιταλία, μόνο 0,5% των εργασιών εκτελούνται από ρομπότ ενώ θα μπορούσαν να εκτελούνται 14-16%. Στη βιομηχανία μεταφορών των ΗΠΑ 8% των εργασιών έχουν αυτοματοποιηθεί ενώ θα μπορούσαν 53%
- **Οι εγκαταστάσεις ρομπότ αυξάνονται με ρυθμό 2-3% ετησίως**
- 80% των ρομπότ βρίσκονται σε 5 χώρες: Κίνα, Γερμανία, Ιαπωνία, Ν. Κορέα, ΗΠΑ
- Βασικά, οι τύποι βιομηχανίας που χρησιμοποιούν ρομπότ είναι:
  - Υπολογιστές και ηλεκτρονικά προϊόντα
  - Ηλεκτρικός εξοπλισμός, συσκευές και εξαρτήματα
  - Μέσα μεταφορών
  - Μηχανολογικός εξοπλισμός

# ΠΡΟΒΛΕΨΗ

## ΕΧΗΒΙΤ 1 | Global Robotics Installations Will Increase by About 10 Percent Annually Over the Coming Decade



# ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΣΗ

---

- Το σχεδόν αποκλειστικό κριτήριο για την εισαγωγή αυτοματοποίησης είναι η σύγκριση κόστους μεταξύ ανθρώπινης και ρομποτικής εργασίας
- Ποιο είναι το κατώφλι;
- Συντηρητικές εκτιμήσεις δείχνουν ότι μια διαφορά κόστους τής τάξης τού 15% είναι αρκετή για να δικαιολογηθεί η αλλαγή
- Έτσι αν η ανθρώπινη εργασία είναι έως και 15% πιο ακριβή από το κόστος της αυτοματοποίησης, η επιχείρηση θα συνεχίσει να χρησιμοποιεί ανθρώπινη εργασία



# ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΣΗ

- Όμως, το κόστος της ανθρώπινης εργασίας συνεχίζει να ανεβαίνει παγκοσμίως ενώ το κόστος των ρομπότ μειώνεται: π.χ. το συνολικό κόστος (με «το κλειδί στο χέρι») για ένα πλήρες ρομποτικό σύστημα συγκόλλησης (spot welding) έχει πέσει από 182.000 δολ. το 2005 σε 133.000 το 2014 και προβλέπεται ότι θα φτάσει στα 103.000 το 2025.
- Το κόστος υλικού και λογισμικού για ένα ρομπότ είναι περίπου 25% του συνολικού κόστους και αυτό έχει πέσει κατά 40% τα τελευταία 10 χρόνια
- Το κόστος τού systems engineering (εγκατάσταση, τοπικός προγραμματισμός και ολοκλήρωση στο βιομηχανικό περιβάλλον) έχει πέσει ακόμα περισσότερο: ο μέσος όρος το 2005 ήταν 81.000 δολ. ενώ το 2015 ήταν 46.000.

# ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΣΗ

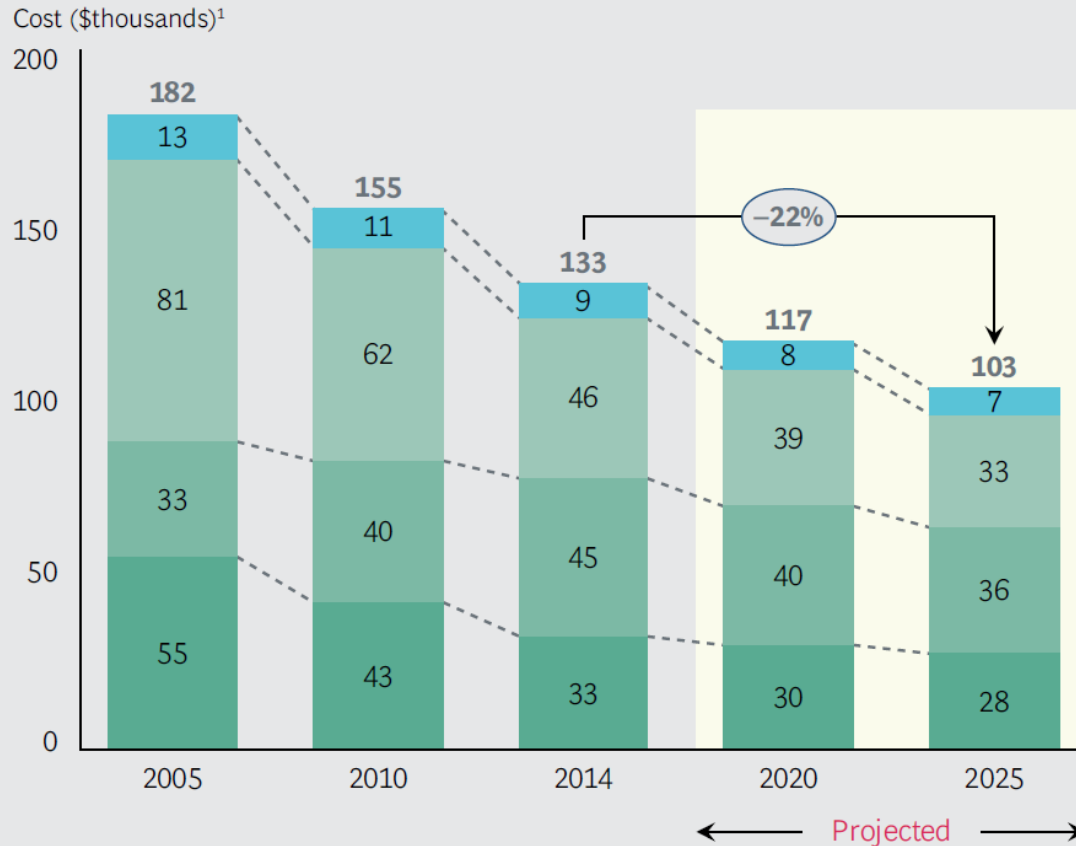
---

- Ο περιφερειακός εξοπλισμός (εξωτερικοί αισθητήρες, οθόνες, κατασκευές ασφαλείας και προστασίας, κλπ.) κοστίζουν περισσότερο από το ίδιο το ρομπότ, επίσης μειώνονται
- Ταυτόχρονα η απόδοση των ρομποτικών συστημάτων αυξάνεται με ρυθμό 5% ετησίως
- Συνολικά, το «κέρδος» από ένα ρομποτικό σύστημα συγκόλλησης έχει φτάσει το 8%
- Αυτό σημαίνει ότι μετά από 10 χρόνια μια επένδυση σε ένα τέτοιο ρομποτικό σύστημα «αγοράζει» διπλάσια «εργασία»





# ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΣΗ

## ΕΧΗΒΙΤ 2 | While the Costs of Advanced Industrial Robots Fall, Their Performance Is Steadily Improving

TOTAL SYSTEM COSTS OF A TYPICAL SPOT-WELDING ROBOT IN THE U.S. AUTOMOTIVE INDUSTRY



### FUTURE COST TRENDS

-  **Project management**  
Has consistently been 5–10 percent of total system costs; absolute costs are expected to decline
-  **Systems engineering (such as programming, installation)**  
Cost reductions are expected to slow because possible gains in offline programming have mostly been achieved
-  **Peripherals (such as safety barriers, sensors)**  
Costs will continue to drop as a result of the removal of safety barriers
-  **Robot (including software)**  
Minimal declines are expected because pricing is close to material costs, and production volume for the auto industry is already high

# ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΣΗ

---

- Σε σύγκριση με την ανθρώπινη εργασία, ένας συγκολλητής κοστίζει 25 δολ./ώρα (με ασφάλιση κλπ.) το 2015
- Ένα ρομπότ συγκόλλησης κοστίζει 8 δολ./ώρα (με 5ετή απόσβεση)
- Σε 15 χρόνια το ρομπότ θα κοστίζει 2 δολ./ώρα
- Ένα γενικό ρομπότ με υψηλότερο βαθμό προσαρμοστικότητας κοστίζει 28 δολ./ώρα το 2015 ενώ το 2020 θα κοστίζει 20 δολ./ώρα, δηλαδή φθηνότερα από ένα συγκολλητή
- Συνολικά αναμένεται ότι το ποσοστό καθηκόντων που εκτελούνται από ρομπότ θα ανέβει από 8% σε 26% έως το 2020

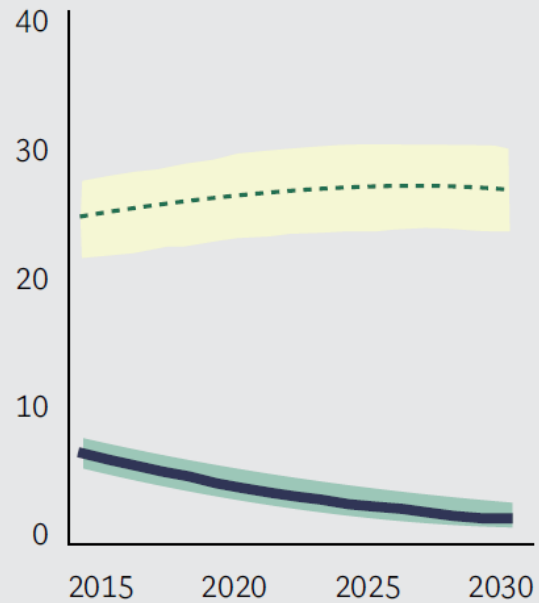
# ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΣΗ

## EXHIBIT 3 | Robotics Are Already an Economically Viable Alternative to Human Labor in Many U.S. Industries

### AUTOMOTIVE

2013 industrial-robot shipments (units) 10,320

Wages and operating costs adjusted for price and performance (\$/hour)



----- Southern U.S. auto wages  
— Robot (automotive)<sup>1</sup>

### ELECTRICAL EQUIPMENT

2013 industrial-robot shipments (units) 3,328

Wages and operating costs adjusted for price and performance (\$/hour)

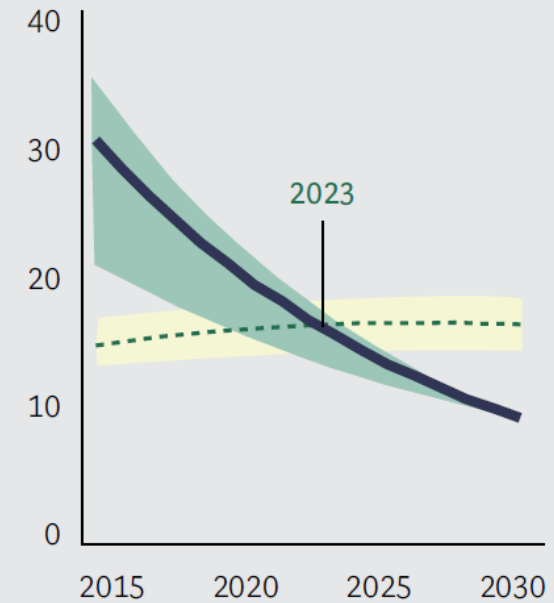


----- Electrical wages  
— Robot (generic)<sup>2</sup>

### FURNITURE<sup>3</sup>

2013 industrial-robot shipments (units) 23

Wages and operating costs adjusted for price and performance (\$/hour)



----- Furniture wages  
— Robot (generic)<sup>2</sup>

# ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ

- Τα παλαιά και πολλά σύγχρονα ρομπότ ΔΕΝ έχουν πολλές ικανότητες:
  - ❑ Είναι σταθερά προσκολλημένα κάπου
  - ❑ Χειρίζονται μόνο ομοιόμορφα αντικείμενα που έχουν συγκεκριμένο προσανατολισμό και κινούνται με σταθερή ταχύτητα
  - ❑ Ακόμα κι αυτά που έχουν κάποιες ικανότητες αναγνώρισης αντικειμένων, δεν έχουν ικανότητα λήψης αποφάσεων
  - ❑ Επί πλέον απαιτούν βαριές, πολύπλοκες και γι αυτό ακριβές κατασκευές που προστατεύουν τους ανθρώπους από αστοχίες
  - ❑ Μοιραία, πολύ συχνά τα βλέπουμε απομονωμένα σε κάποια γωνιά

# ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ

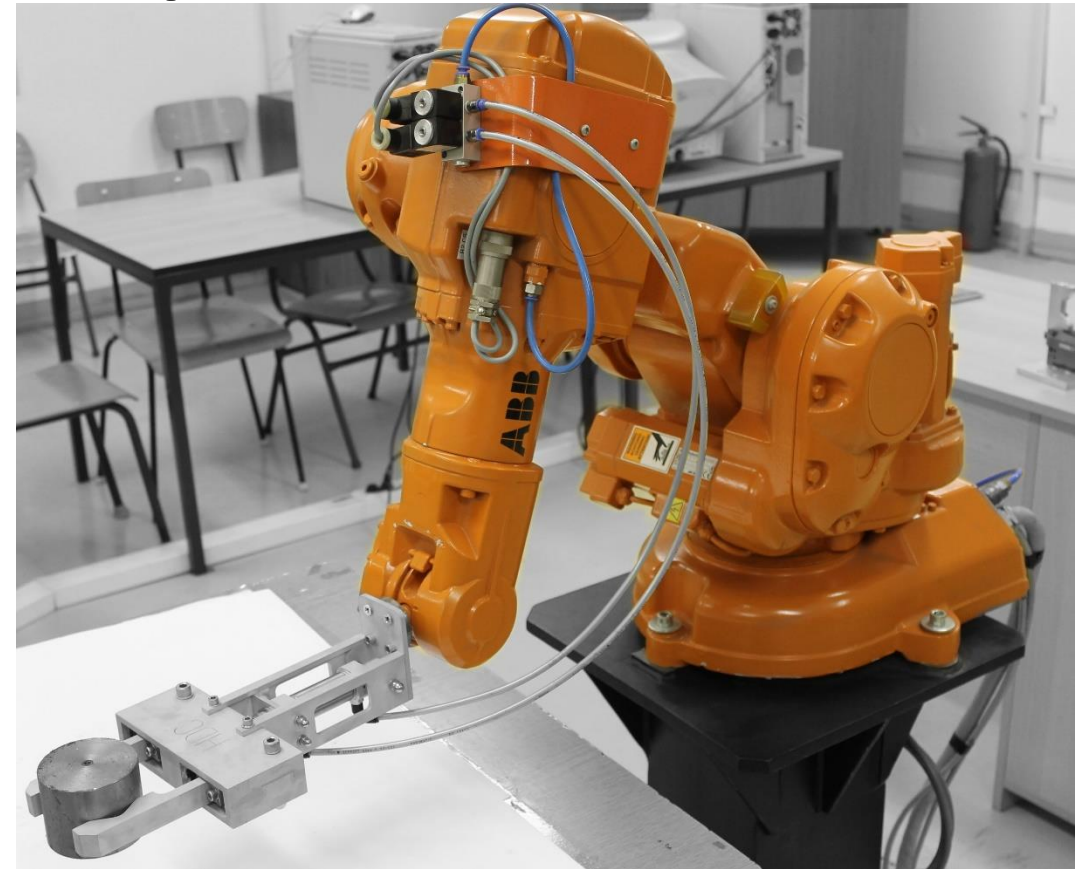
---

- Τα προχωρημένα ρομπότ μπορούν ήδη να εργαστούν σε χώρους χωρίς δομή
- Βελτιώσεις στην τεχνολογία επιτρέπουν:
  - πιο ελεύθερες κινήσεις
  - εργασία με διαφορετικά αντικείμενα
  - καλύτερη «αντίληψη» χάρις σε προηγμένους αισθητήρες και λογισμικό
  - καλύτερη προσαρμοστικότητα κι επαναπρογραμματισμό
  - χρήση κάποιου βαθμού νοημοσύνης
  - μεγαλύτερη ασφάλεια για τους ανθρώπους

# ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ-ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

**Το ρομπότ συναρμολόγησης IRB 140 της ABB [15.000 €]**

- Ομάδα τριών ρομπότ με ψηφιακές κάμερες σε 2 8ωρες βάρδιες
- Συναρμολόγηση διπλής πρίζας suko σε 2,3 δευτερόλεπτα
- Επαναπρογραμματίζεται σε 10 λεπτά για διαφορετικό προϊόν



**9 φορές μεγαλύτερη απόδοση (εργάτες: 9x950, ρομπότ: 8500)**



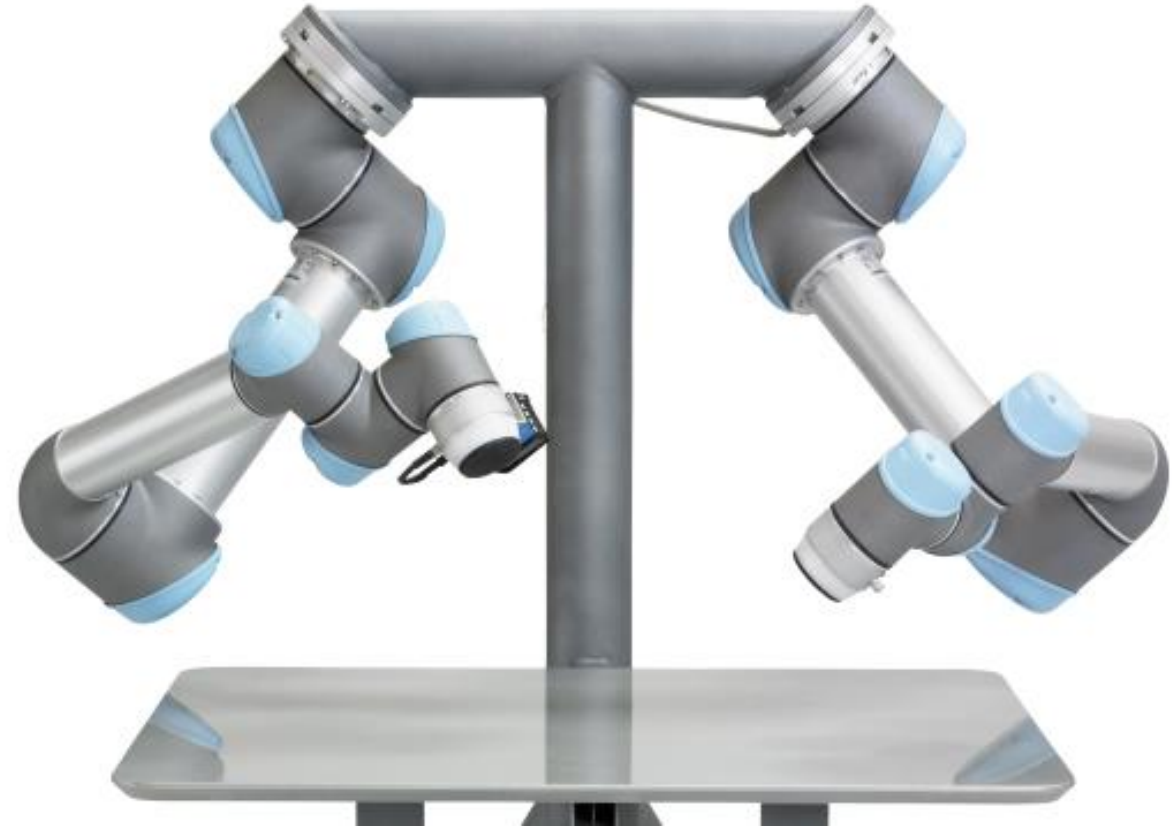
# ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ-ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

**3x robot IRB 140T Multimove**

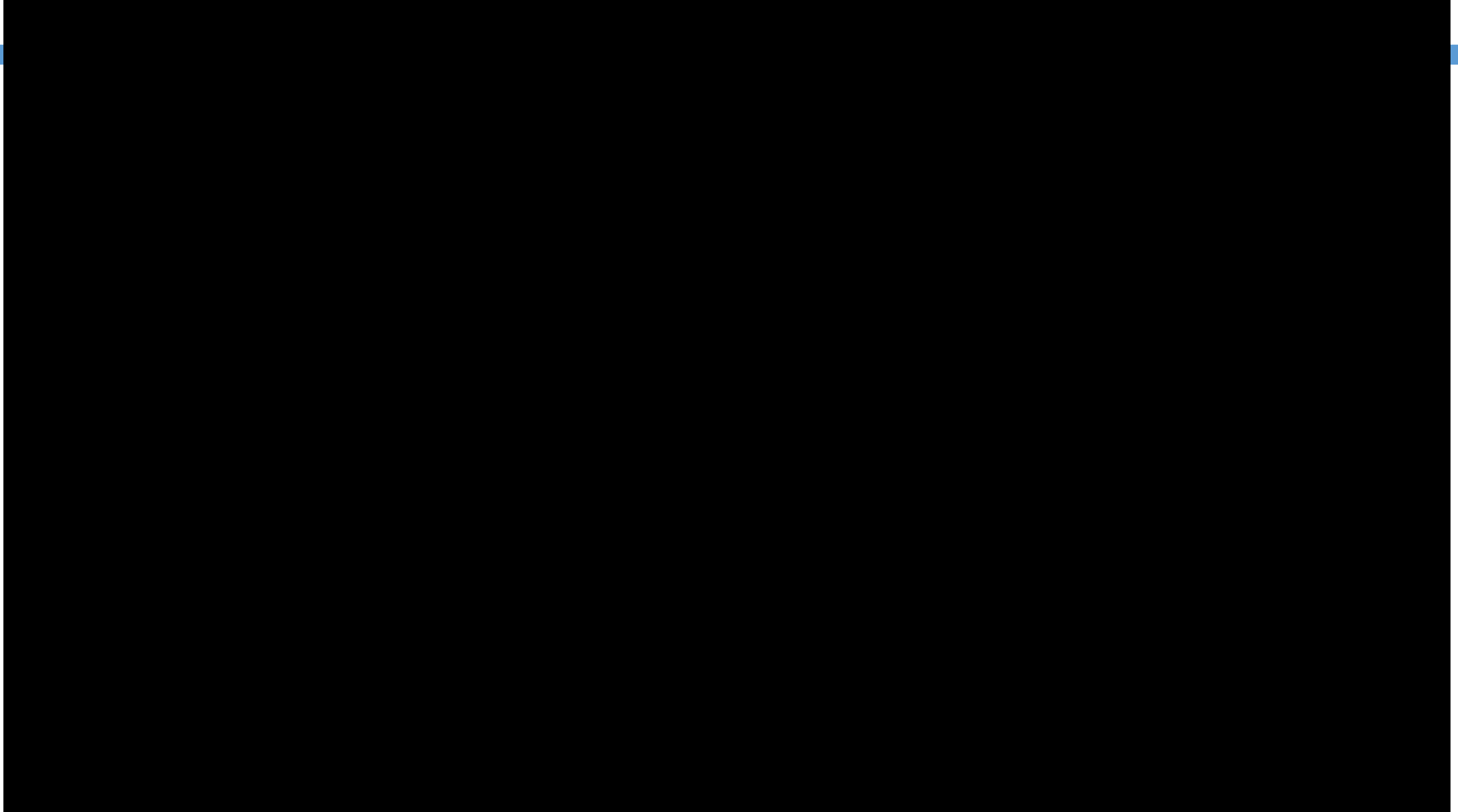
**Application:  
Electric socket assembly line**

# ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ

- Ίσως η πιο σπουδαία παράμετρος για το μέλλον είναι η πρόσβαση μικρών και μικρομεσαίων επιχειρήσεων στη ρομποτική
- Παράδειγμα: δύο UR-5 (5 kg max φορτίο, 30.000 € έκαστο) της Universal Robots μπορούν να συνεργάζονται για συναρμολόγηση μικρών κατασκευών
- Συνεργάζονται επίσης με ανθρώπους και προγραμματίζονται από μη ειδικούς



# ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ-ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ



# ΟΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΤΗΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ

- Το εργατικό κόστος στην Κίνα πριν από μια δεκαετία ήταν το 1/20 του αντίστοιχου στις ΗΠΑ Σήμερα είναι σχεδόν ίδιο και ανάλογη εξέλιξη είχαν και τα εργατικά κόστη σε πολλές (πρώην) «φθηνές» χώρες
- Η αντίδραση σε αυτή την εξέλιξη ήταν η παλιά συνταγή: προσπάθεια για αύξηση της παραγωγικότητας με κλασικούς τρόπους
- Κάποιοι τα κατάφεραν (Μεξικό, Ολλανδία, Μ. Βρετανία, ΗΠΑ) και κάποιοι όχι (Αυστραλία, Βραζιλία, Κίνα, και σχεδόν όλη η Δυτ. Ευρώπη)
- Η ρομποτική μπορεί να είναι ο κύριος παράγοντας για να αυξηθεί η παραγωγικότητα

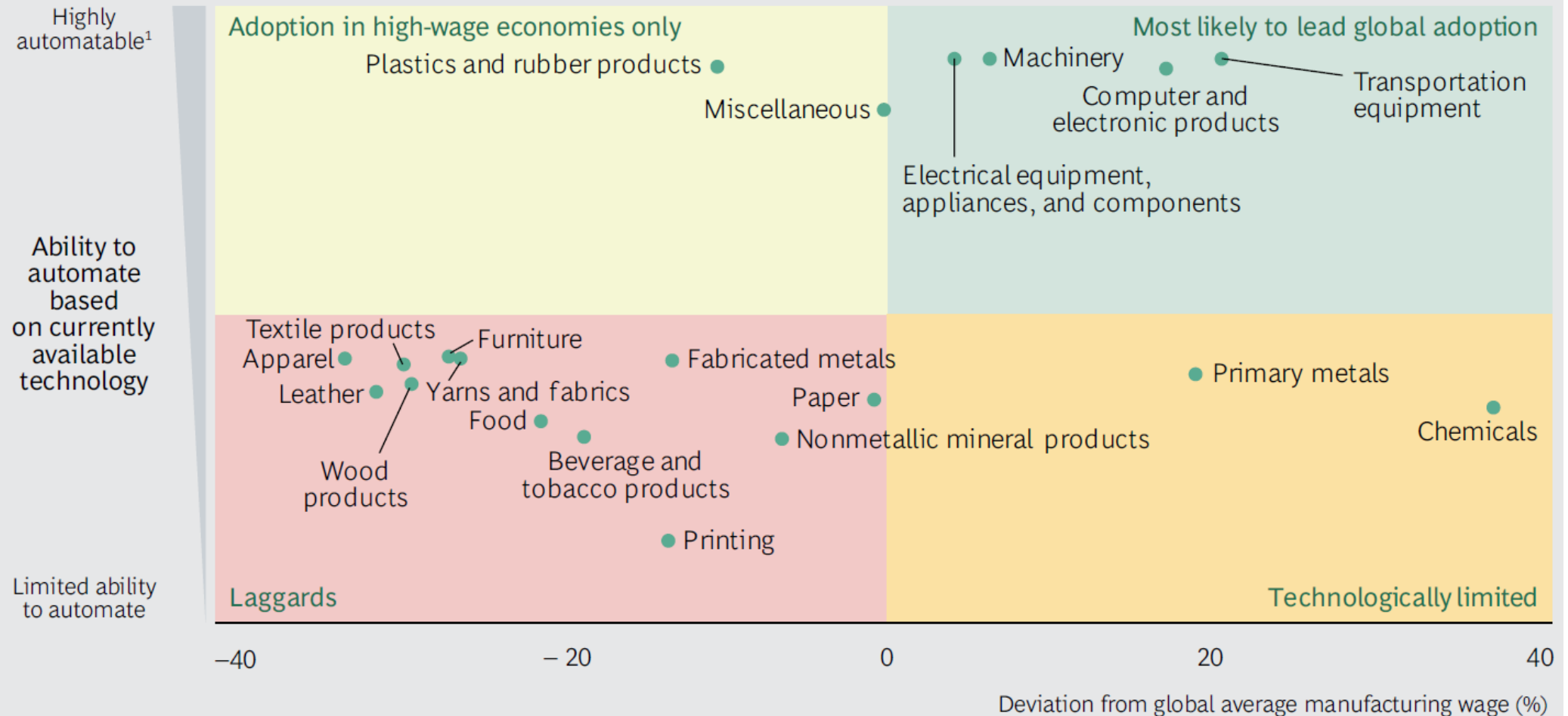
# ΟΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΤΗΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ

---

- Μελετήθηκε η επίδραση της ρομποτικής σε διαφορετικές βιομηχανίες και διαφορετικές οικονομίες
- Η βασική παραδοχή ήταν ότι τα ρομπότ θα εκτελούν τουλάχιστον το 25% των αυτοματοποιήσιμων εργασιών (11% σήμερα) μέσα στην επόμενη δεκαετία
- Τα κέρδη σε παραγωγικότητα μπορούν να φτάσουν το 30% το 2025 σε σχέση με σήμερα
- Η ανάλυση πρέπει να γίνει και στη βάση του είδους της βιομηχανίας και της συνολικής οικονομίας

# ΟΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΤΗΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ

**EXHIBIT 4 | Some Industries Are More Likely to Benefit from Robotics Because of High Wages and Automatable Tasks**



# ΟΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΤΗΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ

## EXHIBIT 5 | Four Industries Will Lead the Adoption of Advanced Industrial Robots

INDUSTRY	RATIONALE AND IMPLICATIONS
Computers and electronic products Electrical equipment, appliances, and components Transportation equipment Machinery	<ul style="list-style-type: none"><li>• More than 85 percent of production tasks within the industry are identified as potentially automatable</li><li>• High manufacturing wages in the industry will lead to economical adoption in most economies</li><li>• Will reach near saturation in the late 2020s</li></ul>
Plastics and rubber products Miscellaneous Petroleum and coal products Primary metals	<ul style="list-style-type: none"><li>• Limited penetration today; high percentage of automatable tasks</li><li>• Moderate factory wages</li><li>• Likely to be adopted only in high-wage economies in the near term; future decreases in the cost of robotics will drive further adoption</li></ul>
Chemicals Nonmetallic mineral products Wood products Paper Fabricated metals Food Textile mill products	<ul style="list-style-type: none"><li>• Materials are typically ill suited for manipulation by robots; current technology limits robots to a few tasks</li><li>• Low manufacturing wages</li><li>• Significant future adoption will require low-cost solutions or technological breakthroughs</li></ul>

# ΟΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΤΗΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ

---

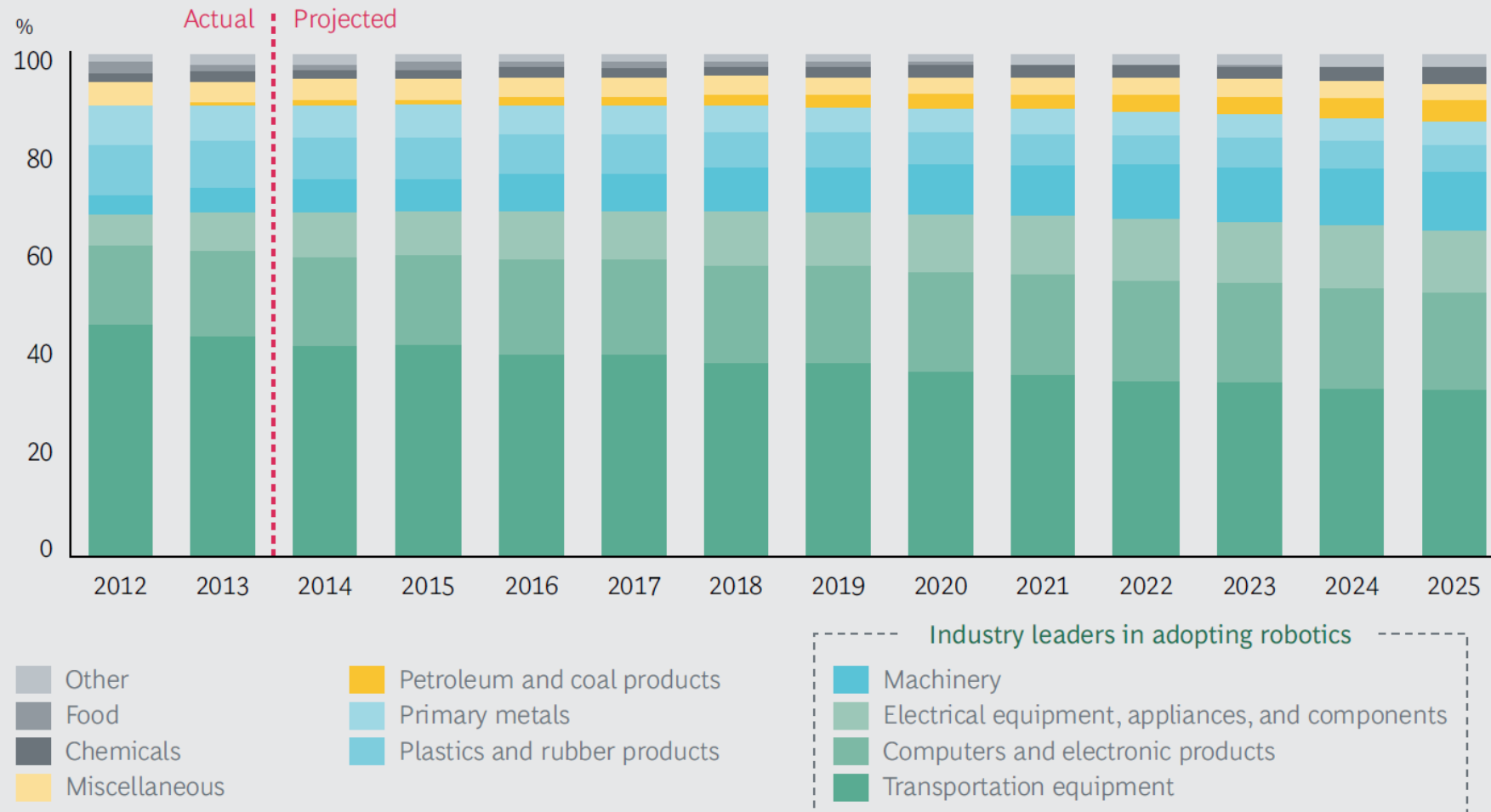
- Για κάποιες βιομηχανίες η μετάβαση σε ρομποτική αυτοματοποίηση είναι δύσκολη εξ αιτίας τής φύσης τους:
  - Χημικές βιομηχανίες
  - Προϊόντα ξύλου
  - Τρόφιμα
  - Υφάσματα/Ρούχα
- Η διείδυση ρομποτικής σε τέτοιες βιομηχανίες, που χαρακτηρίζονται και από χαμηλούς μισθούς, δεν αναμένεται να ξεπεράσει το 5% την επόμενη δεκαετία



# ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΡΟΜΠΟΤ ΕΩΣ ΤΟ 2025

EXHIBIT 6 | Four Industries Will Account for About 75 Percent of Robotics Installations by 2025

GLOBAL STOCK OF OPERATIONAL ROBOTS, BY INDUSTRY<sup>1</sup>



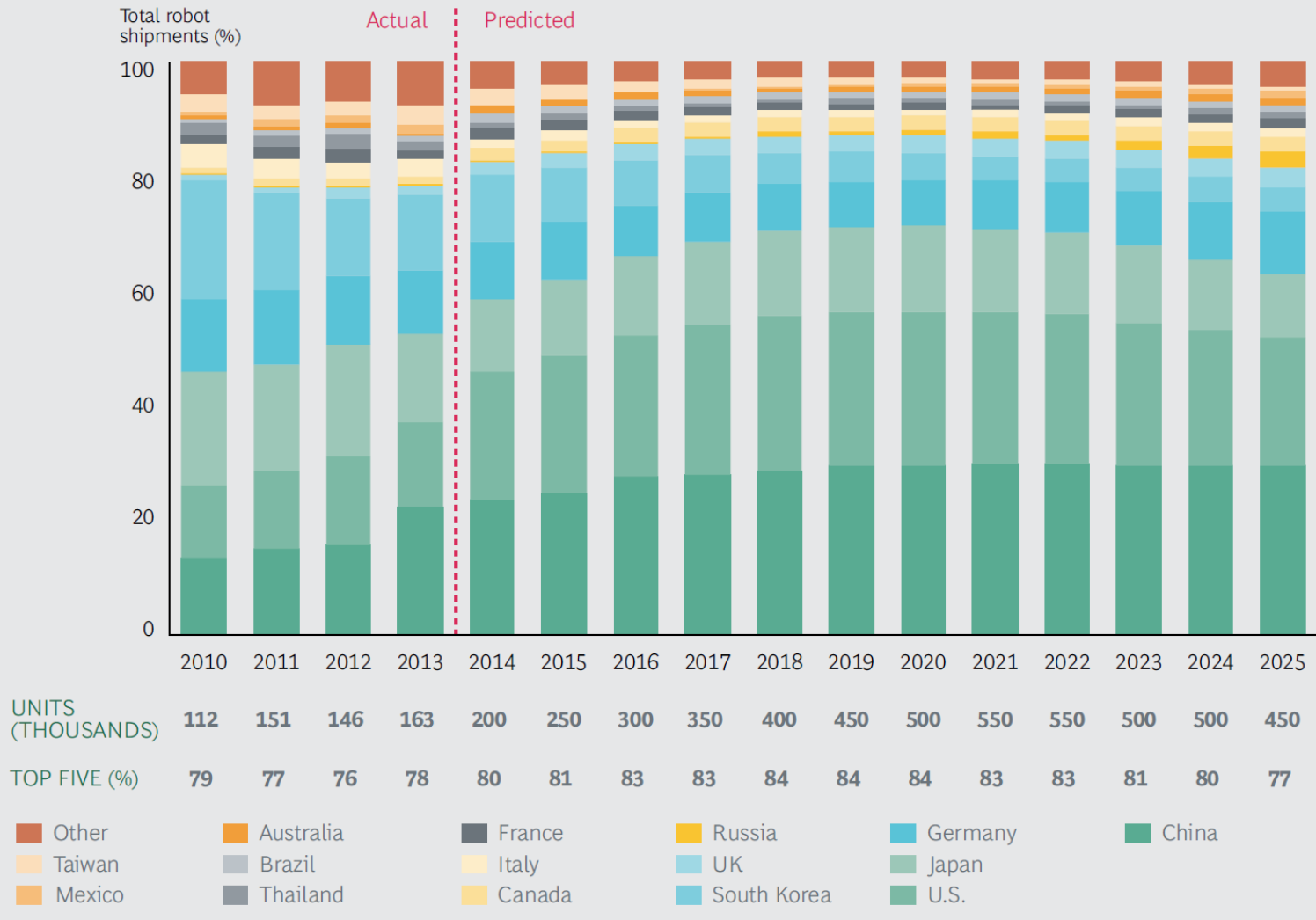
# ΟΙ ΕΘΝΙΚΕΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΕΣ

---

- Οι όροι εργασίας (νόμοι, κανονισμοί, ασφάλιση, κλπ.) είναι καθοριστικός παράγοντας στην υιοθέτηση ρομποτικής
- Ας θυμηθούμε και τους Λουδίτες (Luddites) στα 1800 και το sabotage
- Η γενικότερη κατάσταση μιας οικονομίας, οι συγκυρίες στις αγορές (διαθεσιμότητα υλικών, κεφαλαίων και τεχνολογίας) και οι κατευθύνσεις των κυβερνήσεων θα παίξουν κυρίαρχο ρόλο

# ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΡΟΜΠΟΤ ΕΩΣ ΤΟ 2025

ΕΧΗΒΙΤ 7 | Five Economies Will Account for Nearly 80 Percent of Robot Shipments Through 2025



# Η ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ

## EXHIBIT 8 | Major Goods-Exporting Economies Follow Four General Patterns of Robotics Adoption

ADOPTION CATEGORIES

ECONOMIES

>50%  
→ 2025

AGGRESSIVE



Indonesia



South Korea



Taiwan



Thailand

35-40%  
→ 2025

FAST



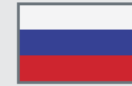
Canada



China



Japan



Russia



UK



U.S.

30-35%  
→ 2025

MODERATE



Australia



Czech Republic



Germany



Mexico



Poland

<15%  
→ 2025

SLOW



Austria



Belgium



Brazil



France



India



Italy



Netherlands



Sweden



Spain



Switzerland

# Η ΝΕΑ ΕΠΟΧΗ

---

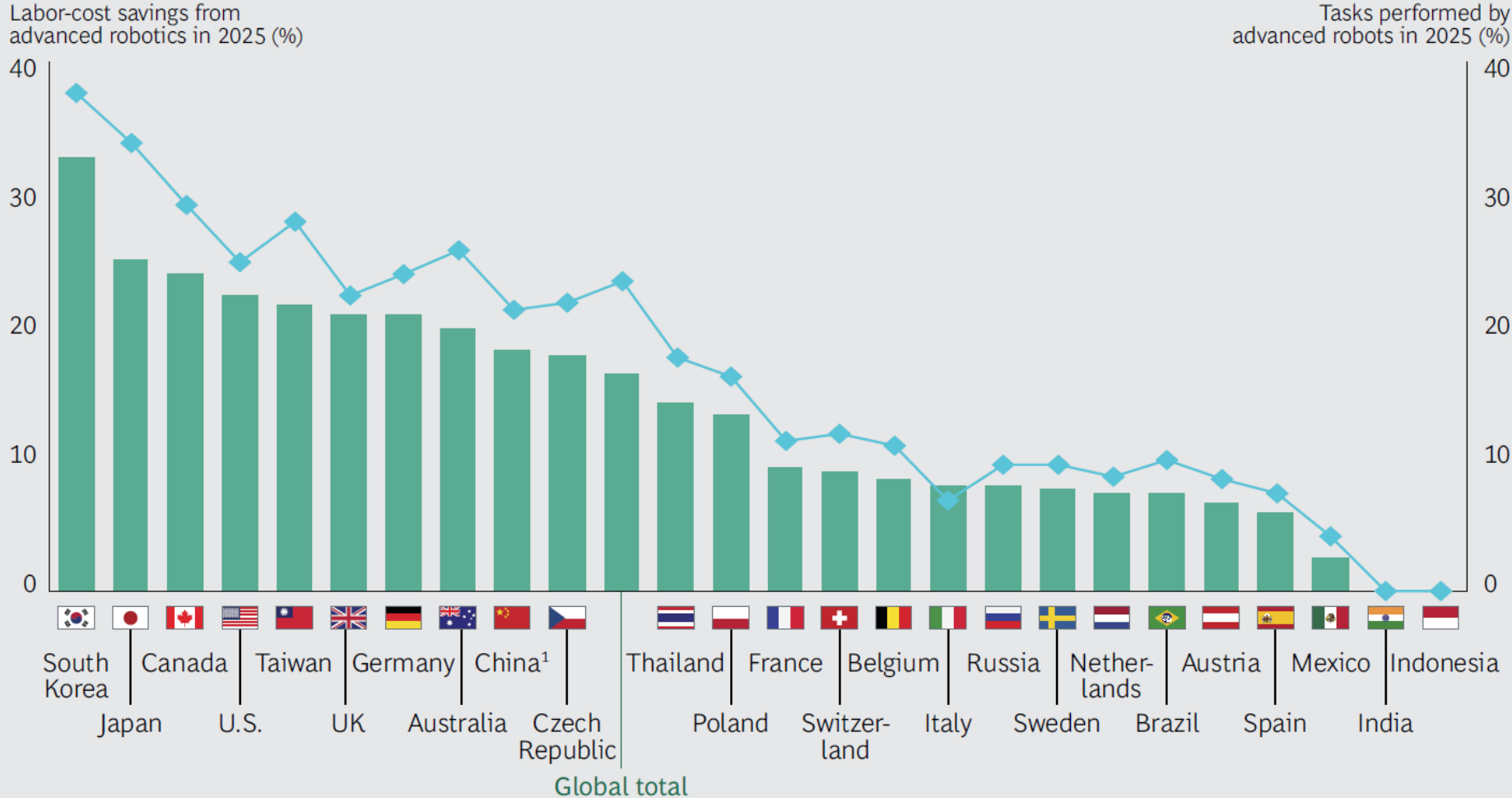
- Τα ρομπότ θα επανορίσουν την ανταγωνιστικότητα
- Οικονομίες στις οποίες το κόστος έχει ξεπεράσει αυτό που δικαιολογεί η παραγωγικότητα, οπότε και η ανταγωνιστικότητά τους έχει τρωθεί, θα δυσκολευθούν να εκμεταλλευτούν και να επενδύσουν σε ρομποτική. Παραδείγματα: Βέλγιο, Γαλλία, Βραζιλία, Ιταλία

## GCI Global Competitiveness Index

Rank/137	Country / Economy	Score	Trend	Distance from best	Rank/137	Country / Economy
1	Switzerland	5.9	↔	████████████████████	70	Jamaica
2	United States	5.9	↔	████████████████████	71	Morocco
3	Singapore	5.7	↔	████████████████████	72	Peru
4	Netherlands	5.7	↔	████████████████████	73	Armenia
5	Germany	5.7	↔	████████████████████	74	Croatia
6	Hong Kong SAR	5.5	↔	████████████████████	75	Albania
7	Sweden	5.5	↔	████████████████████	76	Uruguay
8	United Kingdom	5.5	↔	████████████████████	77	Montenegro
9	Japan	5.5	↔	████████████████████	78	Serbia
10	Finland	5.5	↔	████████████████████	79	Tajikistan
11	Norway	5.4	↔	████████████████████	80	Brazil
12	Denmark	5.4	↔	████████████████████	81	Ukraine
13	New Zealand	5.4	↔	████████████████████	82	Bhutan
14	Canada	5.3	↔	████████████████████	83	Trinidad and Tobago
15	Taiwan, China	5.3	↔	████████████████████	84	Guatemala
16	Israel	5.3	↔	████████████████████	85	Sri Lanka
17	United Arab Emirates	5.3	↔	████████████████████	86	Algeria
18	Austria	5.2	↔	████████████████████	87	Greece
19	Luxembourg	5.2	↔	████████████████████	88	Nepal
20	Belgium	5.2	↔	████████████████████	89	Moldova
21	Australia	5.2	↔	████████████████████	90	Namibia
22	France	5.2	↔	████████████████████	91	Kenya
23	Malaysia	5.2	↔	████████████████████	92	Argentina
24	Ireland	5.2	↔	████████████████████	93	Nicaragua
25	Qatar	5.1	↔	████████████████████	94	Cambodia
26	South Korea, Rep.	5.1	↔	████████████████████	95	Tunisia
27	China	5.0	↔	████████████████████	96	Honduras
28	Iceland	5.0	↔	████████████████████	97	Ecuador
29	Estonia	4.8	↔	████████████████████	98	Lao PDR
30	Saudi Arabia	4.8	↔	████████████████████	99	Bangladesh
31	Czech Republic	4.8	↔	████████████████████	100	Egypt
32	Thailand	4.7	↔	████████████████████	101	Mongolia
33	Chile	4.7	↔	████████████████████	102	Kyrgyz Republic
34	Spain	4.7	↔	████████████████████	103	Bosnia and Herzegovina
35	Azerbaijan	4.7	↔	████████████████████	104	Dominican Republic
36	Indonesia	4.7	↔	████████████████████	105	Lebanon
37	Malta	4.6	↔	████████████████████	106	Senegal
38	Russian Federation	4.6	↔	████████████████████	107	Seychelles
39	Poland	4.6	↔	████████████████████	108	Ethiopia
40	India	4.6	↔	████████████████████	109	El Salvador
41	Lithuania	4.6	↔	████████████████████	110	Cape Verde
42	Portugal	4.6	↔	████████████████████	111	Ghana
43	Italy	4.5	↔	████████████████████	112	Paraguay
44	Bahrain	4.5	↔	████████████████████	113	Tanzania

# ΚΕΡΔΟΣ ΣΕ ΕΡΓΑΤΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ

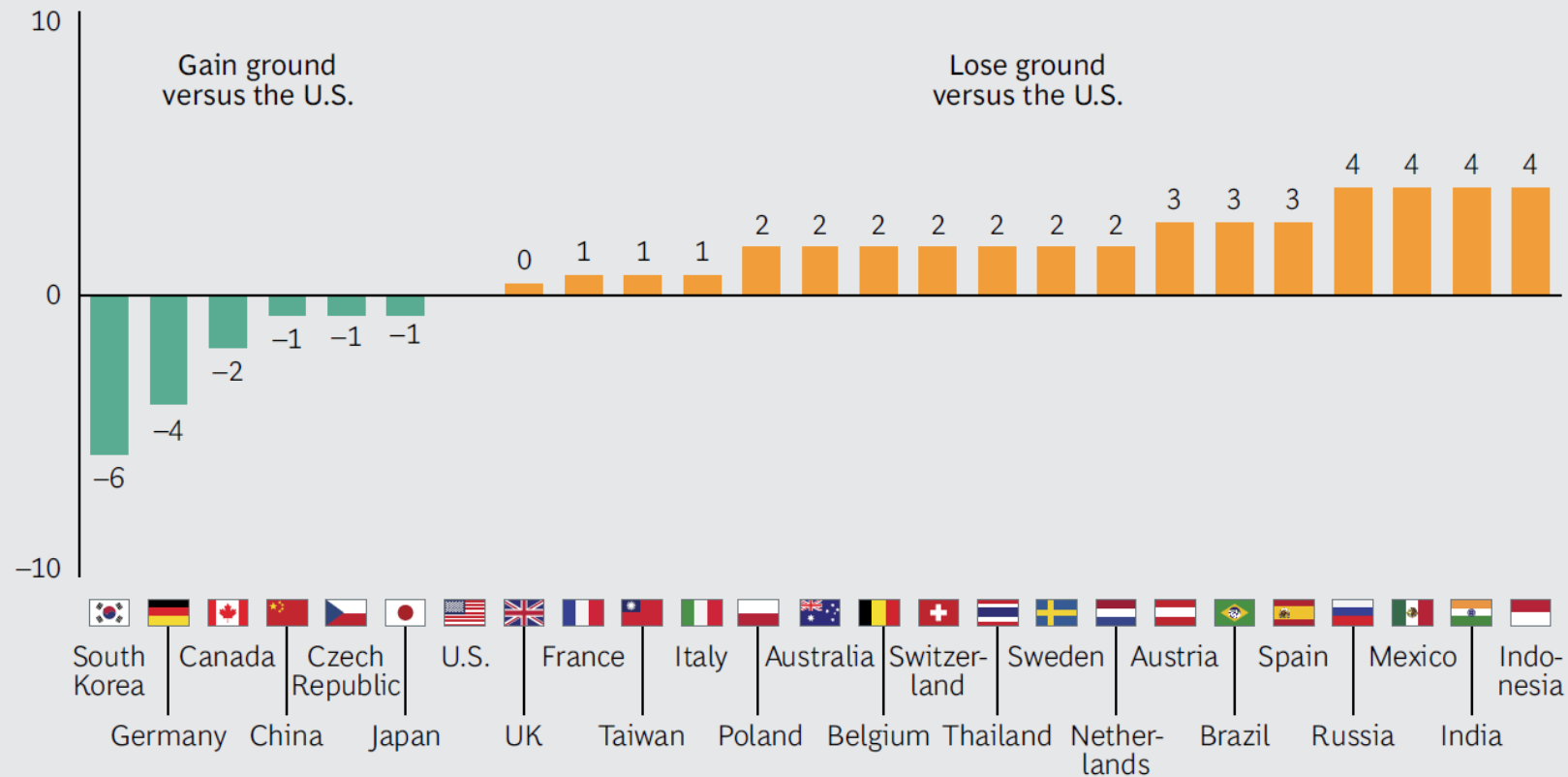
**EXHIBIT 9 | Greater Adoption of Robots Could Lead to Global Labor-Cost Savings of About 16 Percent by 2025**



# ΕΠΕΡΧΟΜΕΝΕΣ ΑΝΑΚΑΤΑΤΑΞΕΙΣ

## EXHIBIT 10 | Robots Could Shift the Economics of Global Manufacturing

THE POTENTIAL CHANGE IN BCG'S MANUFACTURING COST-COMPETITIVENESS INDEX AS A RESULT OF ROBOTICS, 2014–2025<sup>1</sup>



### SCENARIOS

Aggressive	-11	-12	-3	-5	-4	-2	0	0	-6	1	-5	1	1	-2	-2	2	-0	0	0	1	2	6	6	7	7
Conservative	-4	-0	-1	-0	0	-1	0	-0	-0	-0	-0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	2	2



# ΤΙ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΓΙΝΕΙ

---

- Κατανόηση του παγκόσμιου γίνεσθαι
- Στενή παρακολούθηση των ανταγωνιστών
- Υιοθέτηση νέων τεχνολογιών
- Προετοιμασία του προσωπικού για τις νέες συνθήκες
- Προετοιμασία της διοίκησης και αναπροσαρμογή της δικτύωσης στην αγορά
- Ο διαθέσιμος χρόνος δεν είναι πολύς!

# Για περισσότερα:

---

The Robotics Revolution, Sirkin et al., BCG Report, Sep. 2015