

---

*«Τα πάντα ρεί»*

# Γνώση, Τεχνολογία, Καινοτομία και Οικονομία

---

**Τεχνολογική Στρατηγική**

▷ **ΔΠΜΣ «Επιχειρηματικότητα»**

Γεώργιος Σταμπουλής και Απόστολος Βέτσικας

Τμήμα Οικονομικών Επιστημών



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

---

▶

## Key issues

- What is innovation?
- What is innovative activity?
- Diffusion of innovation
- Increasing returns
- Network effects
- Learning
- Technological change
- Path dependence
- Techno-economic paradigms  
(and Structural crises)

## A new agenda

- Development vs Growth
  - Stiglitz-Sen-Fitoussi Commission
- Sustainability
- Change
- Innovation
- Entrepreneurship

# Solow's residual - 1956

- Comparative static exploration
- Causes of US manufacturing growth 1909-49
- Observed growth in labour productivity
  - 12.5% 'explained' by increments in the stock of capital
  - "Residual" 87.5%: unexplained 'technological change' or 'improvement in productivity'

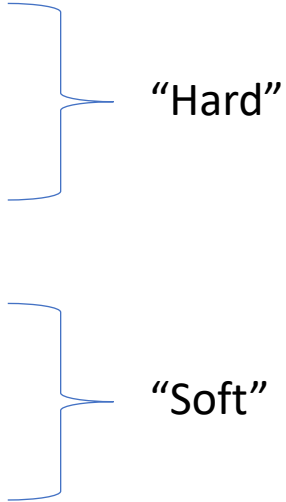
# Degrees of technical change

- Incremental innovation (μικρές-βελτιωτικές αλλαγές, π.χ. διάρκεια ζωής μπαταρίας)
- Radical innovation (ριζοσπαστική καινοτομία, π.χ. Η/Υ, διαδίκτυο)
- Changes in technological trajectory (π.χ. ψηφιακές τεχνολογίες στα ΜΜΕ)
  - Dominant design (π.χ. λειτουργικό σύστημα Windows)
- Architectural innovation (μετάβαση από Η/Υ σε laptop)
- Disruptive innovation (π.χ. Airbnb)
- Changes in the technological system (π.χ. ορυκτά καύσιμα → ΑΠΕ)
  - Constellations of technological innovations
- Transitions in the socio-technical regime (π.χ. ICE → EVs)
  - Technological, economic, social and political alliances
- Changes in techno-economic paradigm (π.χ. βιομηχανικές ή ψηφιακές επαναστάσεις)
  - New key factor in the economy, with pervasive impact, rapidly decreasing cost and increasing supply

# Innovation

- Different from invention
  - Time lag
- First economic application of a process or production of a product (artifact) or service
- Coupling of new technology with a market (a need)
- Cumulative
- Increasing returns to innovation
- Aim-Result as well as Process

# Innovation dimensions

- Product or service innovation
  - Process innovation
  - Organizational innovation
  - Marketing innovation
- 
- The diagram uses blue curly braces to group the innovation dimensions. The top two items, 'Product or service innovation' and 'Process innovation', are grouped under the label 'Hard'. The bottom two items, 'Organizational innovation' and 'Marketing innovation', are grouped under the label 'Soft'.
- “Hard”
- “Soft”

# Innovation process

- Industrial innovation process:
  - all the activities from idea conception, requirements analysis or problem identification to the introduction of a new (or improved) product or the application of a new (or improved) process
  - includes industrial design, R&D, engineering, production and logistics, marketing and sales
- Fuzzy (ασαφής-θαμπή)
- Non-linear (ανατροφοδοτήσεις, προσαρμογές, επαναξιολόγηση)
- Interdependent (αλληλοσυνδέσεις τμημάτων)
- Context specific: imitator–adaptor as innovator

# Innovative activities – Locus?

- Fundamental research
- Applied research
- R&D
- Experimental development
- Design engineering
- Production engineering / quality control
- Technical services
- Patents
- Scientific and technical information scanning
- Education and training
- Long-range forecasting and product planning

Source: Freeman and Soete (1997 ,p. 267 )



# Innovation as Learning

- Transformation of knowledge about technology to knowledge about the production of products
- Learning occurs in all types of innovative activities from R&D to after-sales-services
- Learning occurs before and after
- Innovation often requires unlearning

# Technology

- Different from science
- Not just information, knowledge intensive
- Tangible and intangible
- Aspects of technology
  - Embodied (in equipment tangible and intangible)
  - Codified (information in books, manuals, plans etc.) and tacit (knowledge)
  - Organizational dimension: operational mode, routines, perceptions, culture
- Endogenous
- Types of technology: Know-how, know-what and know-why
- Firm (organization) -specific

# Information and knowledge

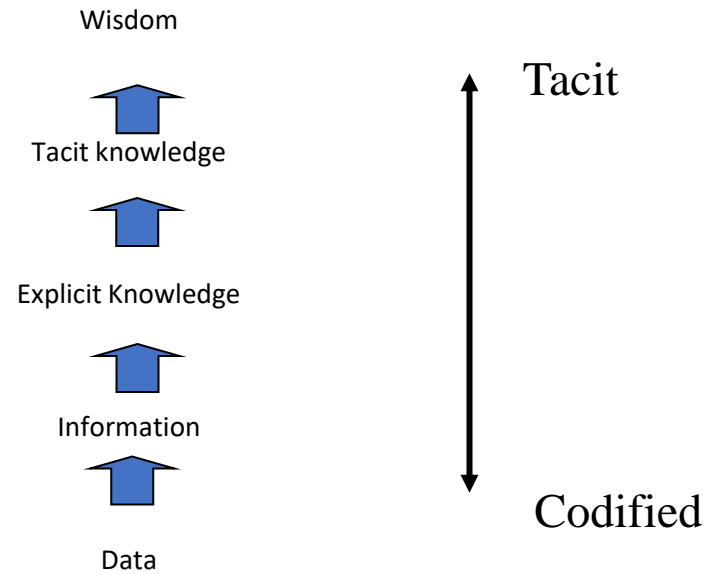
“Knowledge –in whatever field- empowers its possessors with the capacity for intellectual or physical action. What I mean by **knowledge is fundamentally a matter of cognitive capability**. Information, on the other hand, takes the shape of structured and formatted data that remain passive and inert until used by those with the knowledge needed to interpret and process them”

(Foray, 2004, p.4)

- Knowledge is the cumulative result learning (processes)
- Knowledge different from information
  - Information “represents the sum total of ‘messages’”
  - Information is marketable, i.e. exchangeable, transferable
  - Knowledge is not marketable
  - Knowledge is embodied in individuals, organizations, processes

# Information to tacit knowledge

According to the degree of codification:



# LEARNING

- Learning occurs in organizational settings (e.g., groups, teams, firms, networks, clusters, regions/states)
- Learning is institutionalized (e.g., R&D department)
- Learning processes are usually associated with specific contexts and locations (e.g., Silicon Valley)
  - Industries, technologies, geographies
- Learning-by-doing
  - “takes place at the manufacturing (and/or utilization) stage after the product has been designed” (Foray, 2004, p. 58)
- Learning-by-using
  - “using generates problems; problem-solving capacities are deployed and learning occurs” (Foray, 2004, p. 62)
- Learning-by-interacting (user-producer) (Lundvall, 1985)
- Communities of practice:
  - Learning not only situated but with a social character (Lave and Wenger, 1991, p.122)
- **STI-mode** (Science-Technology-Innovation) vs. **DUI-mode** (Doing-Using-Interacting) (Lundvall, 2016)

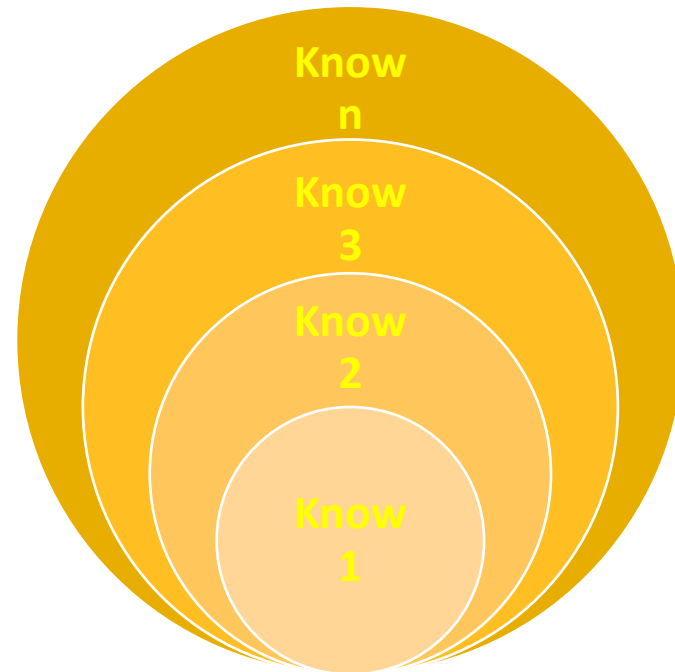
# STI-mode vs. DUI-mode

	STI	DUI
Main internal dimensions	R&D-based activities such as research, advanced technology, and infrastructure. Also, scientifically-trained personnel mostly involved in R&D projects	<p>Learning-by-doing: trial-and-error processes and repetition of the everyday activities in the firm</p> <p>Learning-by-using: problem-solving situations and experimentation using advanced technologies, design and engineering projects</p> <p>Learning-by-interacting (internally): high performance organisational practices such as employee involvement in problem-solving and decision-making; autonomous teams; and flexible organisations</p>
Main external dimensions	R&D collaborations with universities and research centres	<p>Learning-by-interacting (externally): Market collaboration with users, suppliers, and competitors</p>
Main outputs	Mostly radical innovation in product and process	Mostly incremental innovation in product and process

Source: Carrillo-Carrillo and Alcalde-Heras, H. (2020)

# Knowledge and learning

- Knowing, not knowing, learning



- absorptive capacity



# Innovation is a network phenomenon

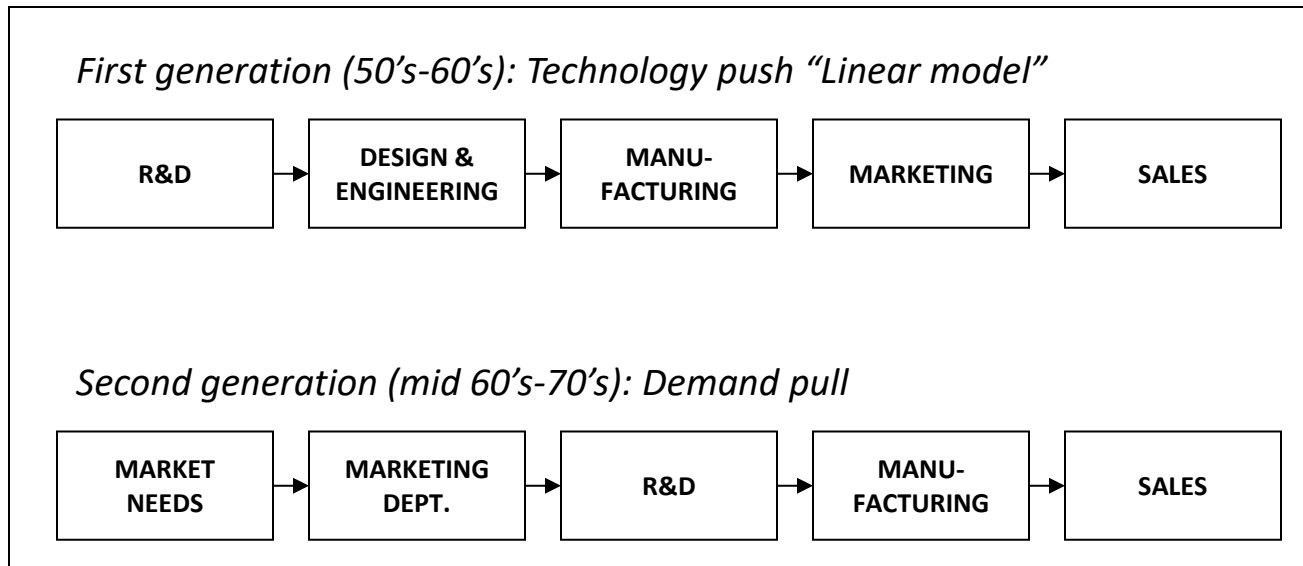
“Emerging technologies are not developed and commercialized by individuals or single firms. They are developed by networks.”

Rosenkopf (2000, p. 337)

Εταιρείες **ανάπτυξης λογισμικού** (όπως η Google και η Apple), **κατασκευαστές υλικού** (όπως η Qualcomm για τα chipset, η Sony για τις κάμερες, και πολλοί άλλοι), **εταιρείες τηλεπικοινωνιών** που προσαρμόστηκαν στις απαιτήσεις δικτύωσης των smartphome, και **προγραμματιστές εφαρμογών**.



# First and second generation models

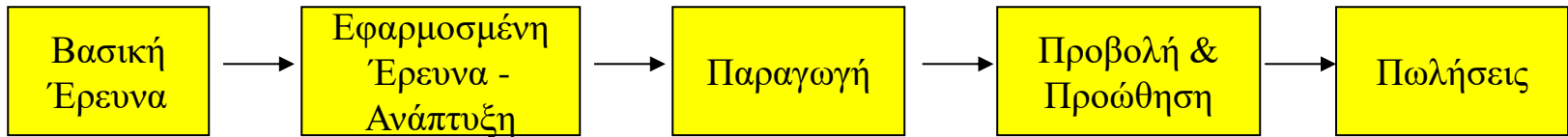


# Μοντέλα καινοτομικής διαδικασίας

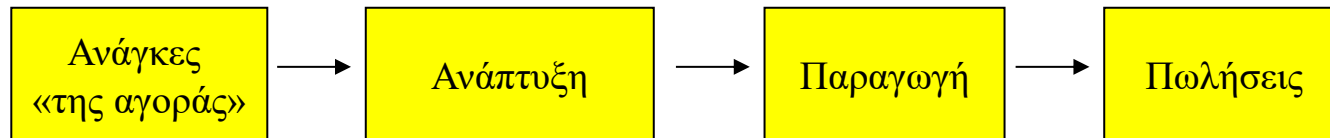
- Ο Rothwell διακρίνει πέντε γενιές μοντέλων της καινοτομικής διαδικασίας:
  - 1η: μοντέλα τεχνολογικής ώθησης (technology-push)
  - 2η: μοντέλα πρωτοκαθεδρίας των αναγκών της αγοράς (market-pull)
  - 3η: μοντέλα 'παντρέματος' της τεχνολογικής εξέλιξης με τις ανάγκες της αγοράς (coupling model)
  - 4η: μοντέλα λειτουργικής ολοκλήρωσης (integrated model), και
  - 5η: μοντέλα συστημικής ολοκλήρωσης και δικτύωσης (systems integration and networking - SIN)

# Γραμμικά Μοντέλα της Καινοτομικής Διαδικασίας

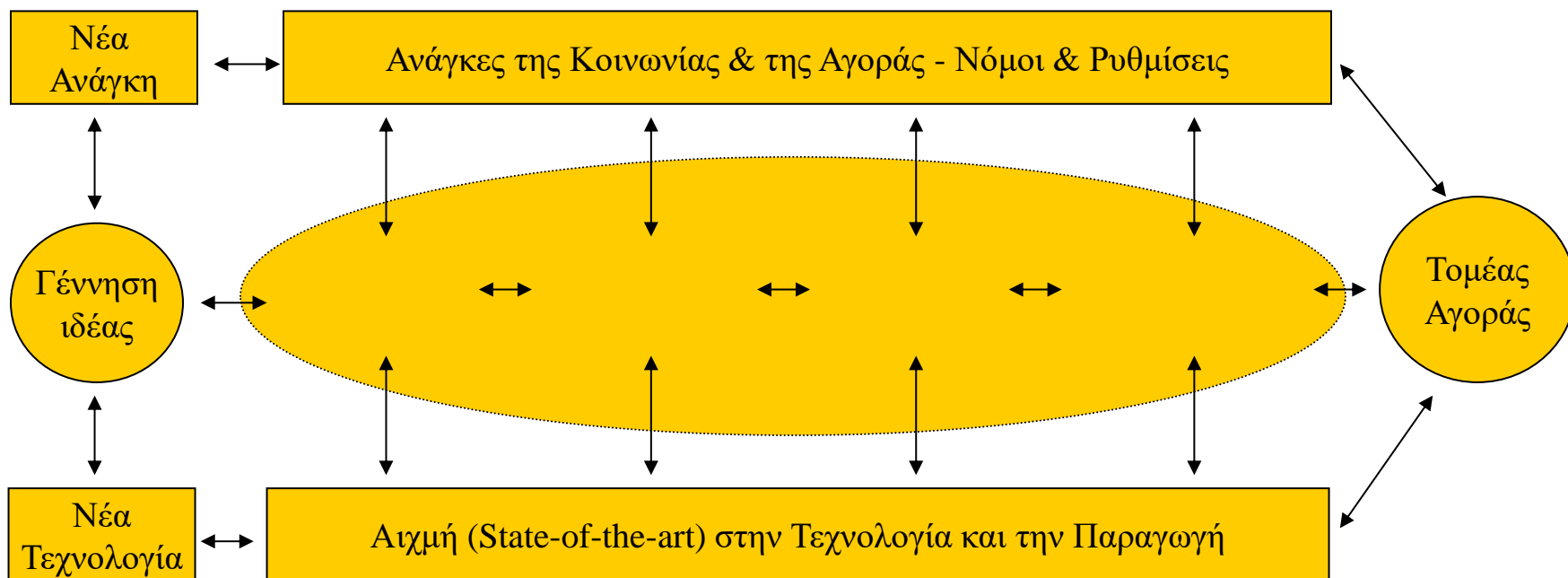
## (α) Τεχνολογική Ώθηση (Technology Push)



## (β) Έλξη από την Αγορά (Market Pull)



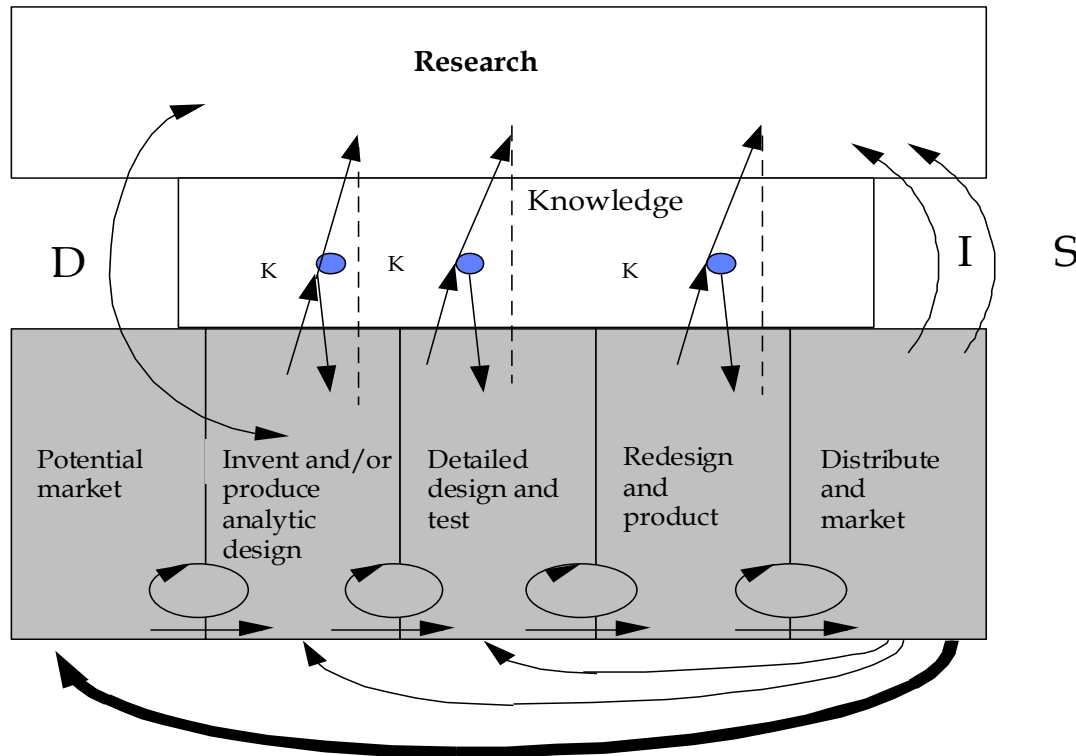
# Το 'συζευκτικό' (coupling) μοντέλο της καινοτομικής διαδικασίας



Πηγή: Ιδία επεξεργασία βασισμένη σε Rothwell and Zegveld (1985)

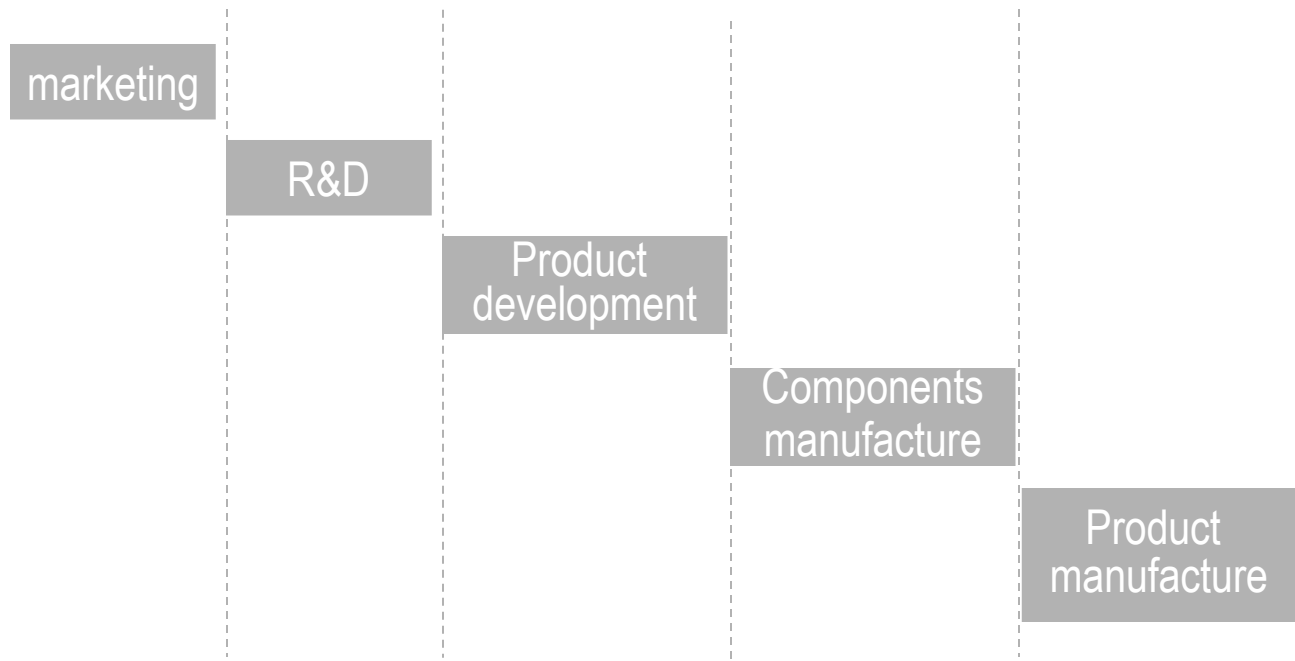
# 3rd generation model

Το 'αλυσιδωτό' μοντέλο (chain-linked model)



- D: Direct link to and from research from problems in invention and design
- I: Support of scientific research by instruments, machines, tools
- S: Support of research in sciences underlying the product areas

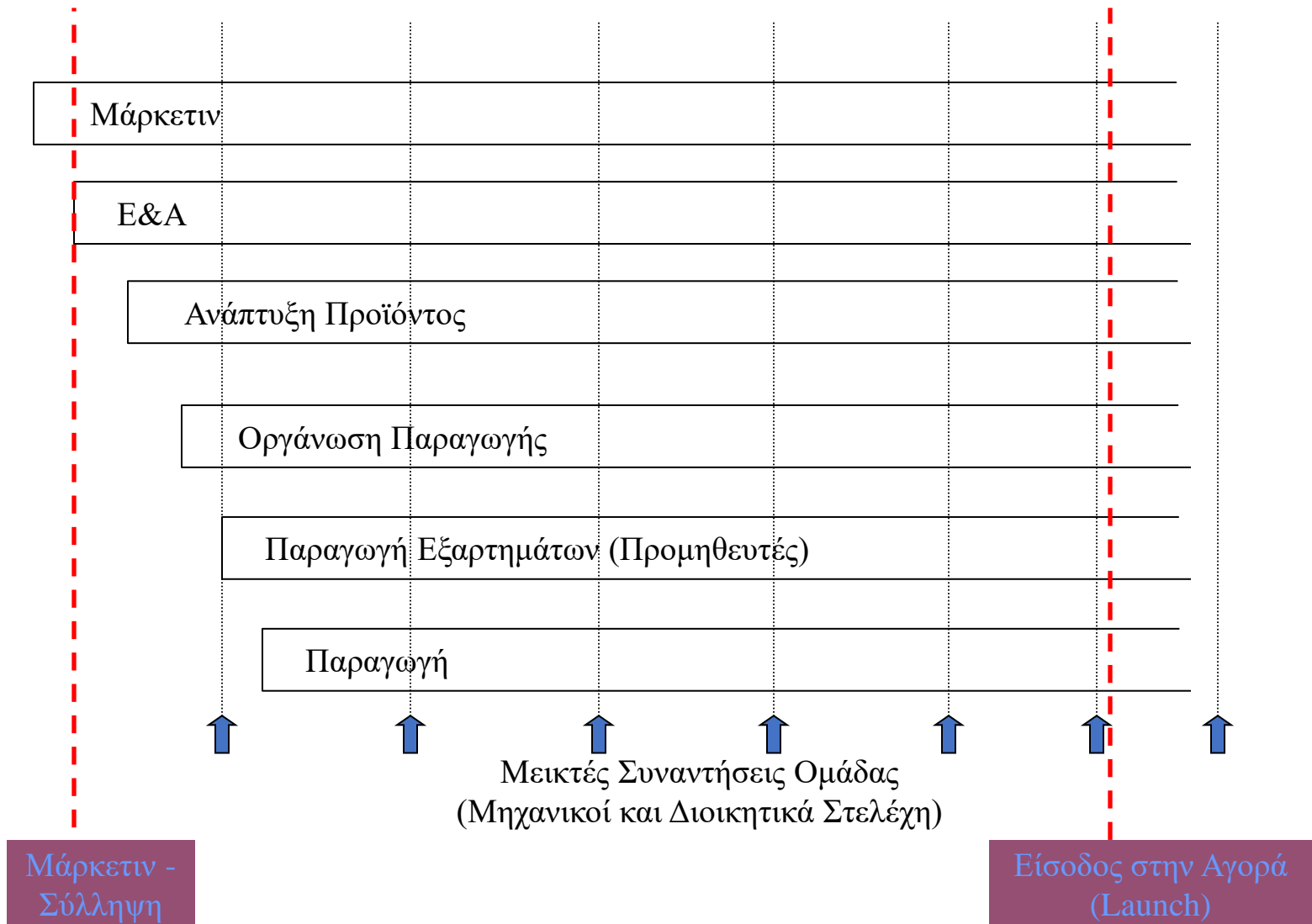
# 4<sup>th</sup> generation model



## Επίδοση σε σχέση με το χρόνο και το κόστος

### Ποιότητα και ανταπόκριση στις απαιτήσεις των χρηστών

#### Παράλληλη Ανάπτυξη (Concurrent Engineering)



# Συστημική ολοκλήρωση και δικτύωση (systems integration and networking - SIN)

Αρχές δεκαετίας του 1990, κεντρικός άξονας είναι η **ψηφιοποίηση και πληροφοροποίηση των λειτουργιών και εργασιών** που αναπτύσσονται στο πλαίσιο ενός καινοτομικού έργου:

- πλήρως αναπτυγμένες εσωτερικές βάσεις δεδομένων
- αποτελεσματικά συστήματα διανομής δεδομένων
- έμπειρα συστήματα, υπολογιστικά ευρετικά συστήματα (computer-based heuristics)
- χρήση 3D-CAD συστημάτων και μοντελοποίησης με τη βοήθεια προσομοίωσης
- διασυνδεδεμένα συστήματα CAD/CAE για την ενίσχυση της ευελιξίας και της κατασκευασιμότητας των προϊόντων από τα πρώτα στάδια
- αποτελεσματικές εξωτερικές διασυνδέσεις για την ανταλλαγή δεδομένων και πληροφοριών.



# Συστημική ολοκλήρωση και δικτύωση (systems integration and networking - SIN)

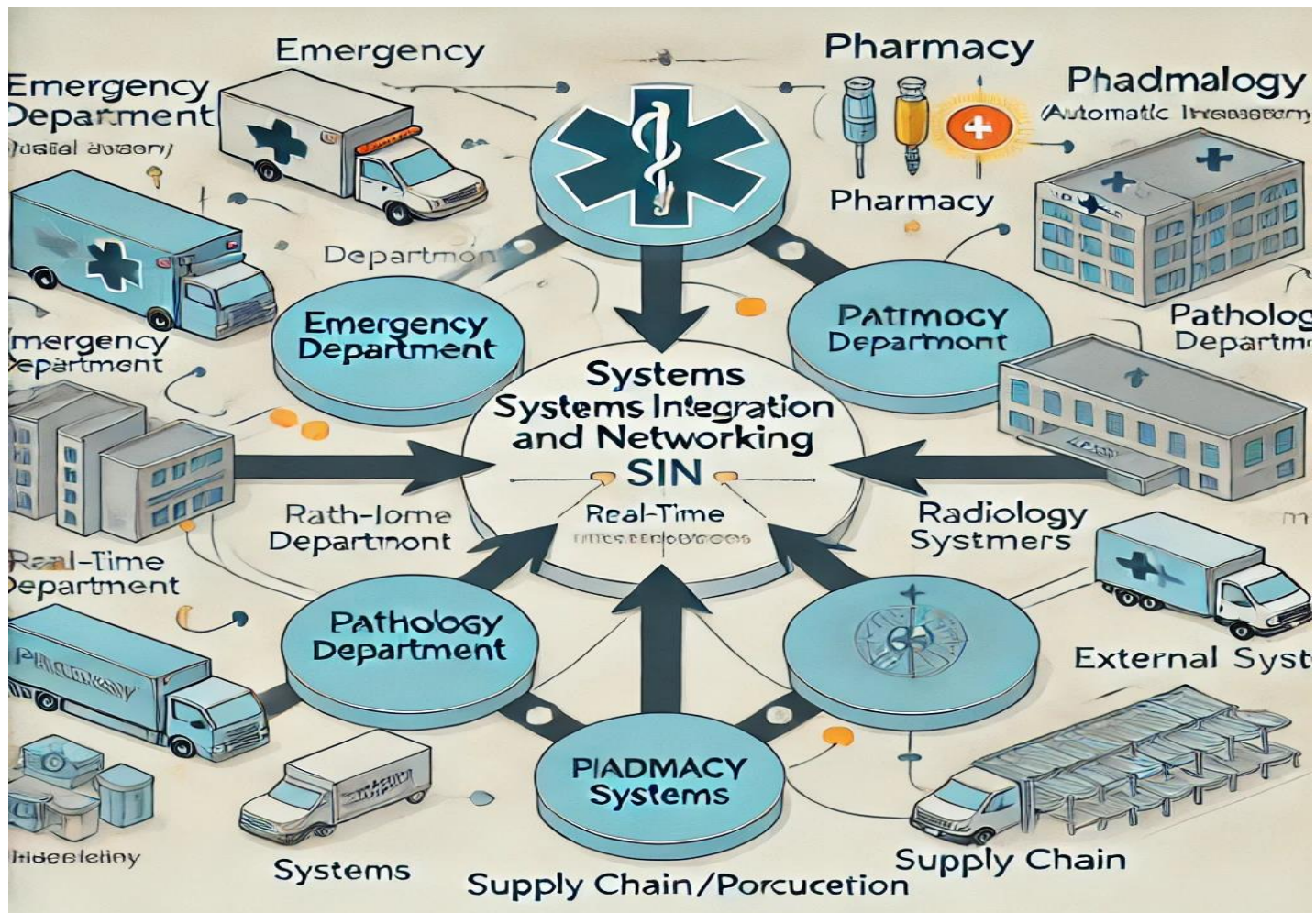
- Ευρύτερη ολοκλήρωση οργανωτικών μονάδων και τεχνικών συστημάτων:
  - παράλληλα και ολοκληρωμένη (δια-τμηματικά) διαδικασία ανάπτυξης
  - ανάμιξη προμηθευτών νωρίς στην ανάπτυξη προϊόντων
  - εμπλοκή προωθημένων χρηστών αιχμής στην ανάπτυξη προϊόντων
  - χρήση οριζόντιων τεχνολογικών συνεργασιών όπου χρειάζεται
- Πιο επίπεδες, ευέλικτες οργανωτικές δομές, για ταχύτερη και πιο αποτελεσματική λήψη αποφάσεων:
  - ενίσχυση του ρόλου, των αρμοδιοτήτων και του κύρους των μεσαίων και κατώτερων στελεχών,
  - αντίστοιχη ενίσχυση των υποστηρικτών προϊόντων και των επικεφαλής έργων

**Περισσότερο συνεργατική και ευέλικτη προσέγγιση στην ανάπτυξη προϊόντων**

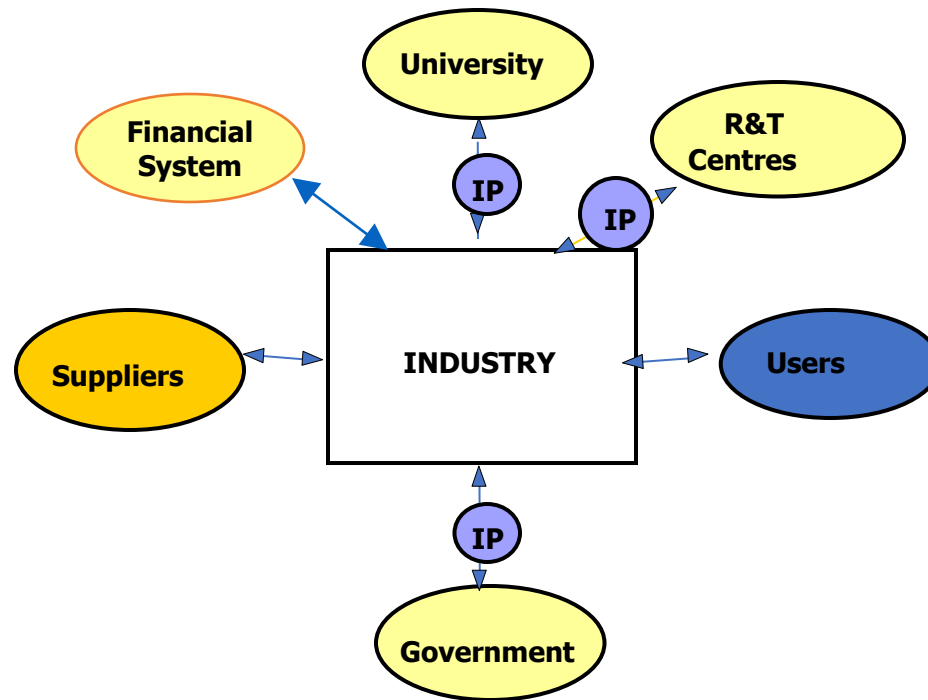


**Ταχύτερη και πιο επιτυχημένη καινοτομία**

# Παράδειγμα SIN σε ένα νοσοκομείο



# 5<sup>TH</sup> generation model



## Rothwell's five generations of innovation models

**TABLE 2.2** Rothwell's five generations of innovation models

<i>Generation</i>	<i>Key features</i>
First and second	Simple linear models – need pull, technology push
Third	Coupling model, recognizing interaction between different elements and feedback loops between them
Fourth	Parallel model, integration within the firm, upstream with key suppliers and downstream with demanding and active customers, emphasis on linkages and alliances
Fifth	Systems integration and extensive networking, flexible and customized response, continuous innovation

# Μοντέλα καινοτομικής διαδικασίας - Παρατηρήσεις - I

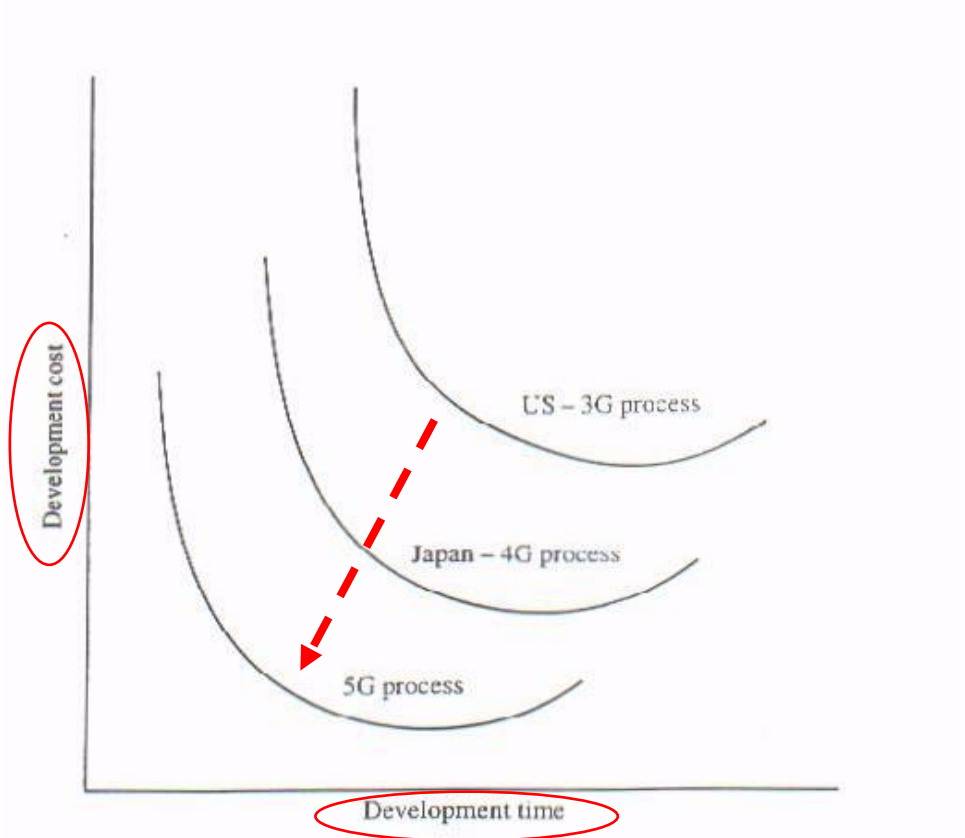
Παρατηρούμε ότι από τα γραμμικά στα πολύπλοκα δυναμικά μοντέλα αλλάζει το **αντικείμενο** των μοντέλων

- 1 και 2: πηγές καινοτομίας - στο επίπεδο της οικονομίας
- 3 και 4: καινοτομική διαδικασία - στο επίπεδο της επιχείρησης/μονάδας, το 3 περιβάλλει το 4, το οποίο εστιάζει σε δύο κρίσιμα εσωτερικά στοιχεία της διαδικασίας, την παράλληλη και ολοκληρωμένη φύση της
- 5: στρατηγική θεώρηση - συνολικά η επιχείρηση σε στρατηγική θεώρηση, η άσκηση της διαχείρισης υπερβαίνει τα θεσμικά όρια της επιχειρηματικής δομής

Η αλλαγή αυτή στη θεώρηση συμβαδίζει και με τις προτεραιότητες στην οικονομία. Έτσι, κατά την δεκαετία του 1990 τα κυρίαρχα ζητήματα στην επιχειρησιακή στρατηγική ήταν:

- διεπιχειρησιακή συνεργασία (στρατηγική δικτύωσης)
- τεχνολογική συσσώρευση (τεχνολογική στρατηγική)
- ολοκλήρωση στρατηγικών προϊόντων και παραγωγής (σχεδιασμός με κριτήριο την ‘κατασκευασιμότητα’)
- ευελιξία (οργανωτική, διαχειριστική, προϊόντων, παραγωγής)
- ποιότητα και επίδοση προϊόντων (στρατηγική διαφοροποίησης)
- το περιβάλλον (περιβαλλοντική στρατηγική), και
- η ταχύτητα ανάπτυξης και εισαγωγής στην αγορά (speed-to-market) (time-based strategy)

# Χρόνος και κόστος



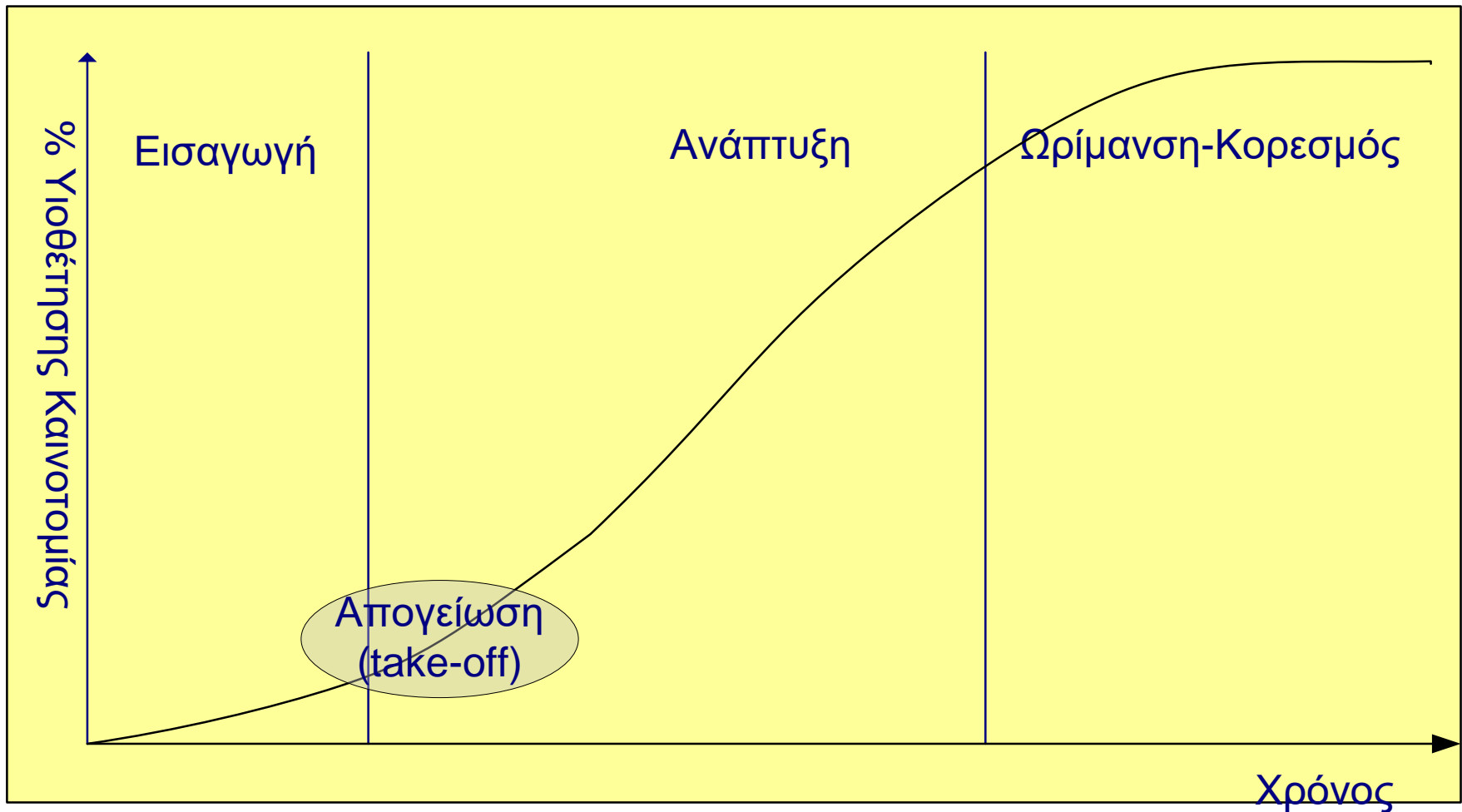
Παράδειγμα: γενιές τεχνολογιών ασύρματων δικτύων που έχουν αναπτυχθεί για τη βελτίωση της ταχύτητας και της ποιότητας των επικοινωνιών

Καθώς οι τεχνολογίες εξελίσσονται (από το 3G στο 4G και στο 5G), οι διαδικασίες ανάπτυξης γίνονται **πιο αποδοτικές, μειώνοντας τόσο το κόστος όσο και τον χρόνο που απαιτείται.**

# Diffusion

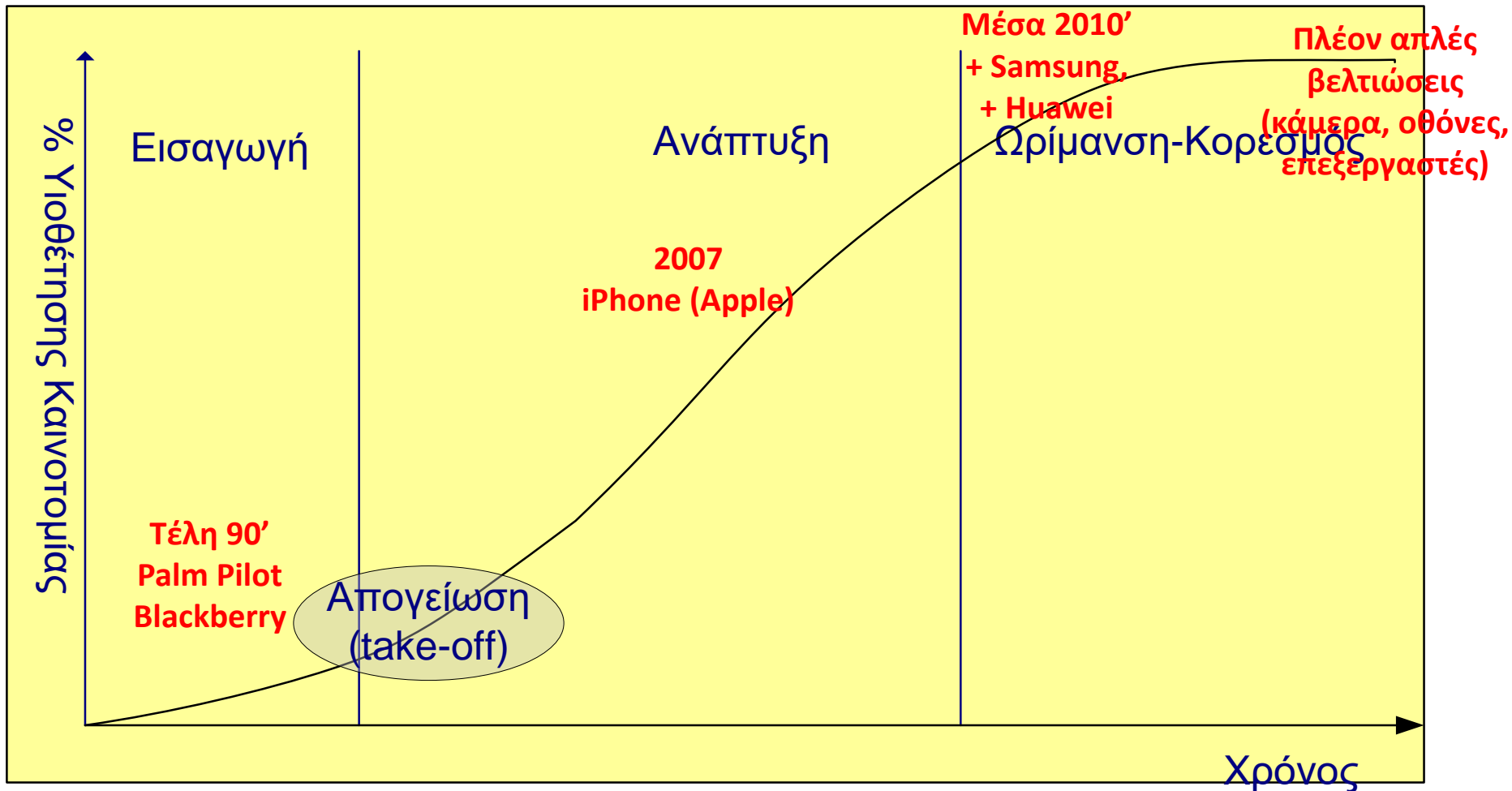
- The rate of adoption or assimilation of new products or process by consumers or organizations
- Diffusion rate is critical for:
  - The rate of return on the investment in the development of new technology
  - The accomplishment of economies of scale
  - Further improvement of the technology or investment in new
  - Development of related technologies

# Διάχυση Καινοτομίας

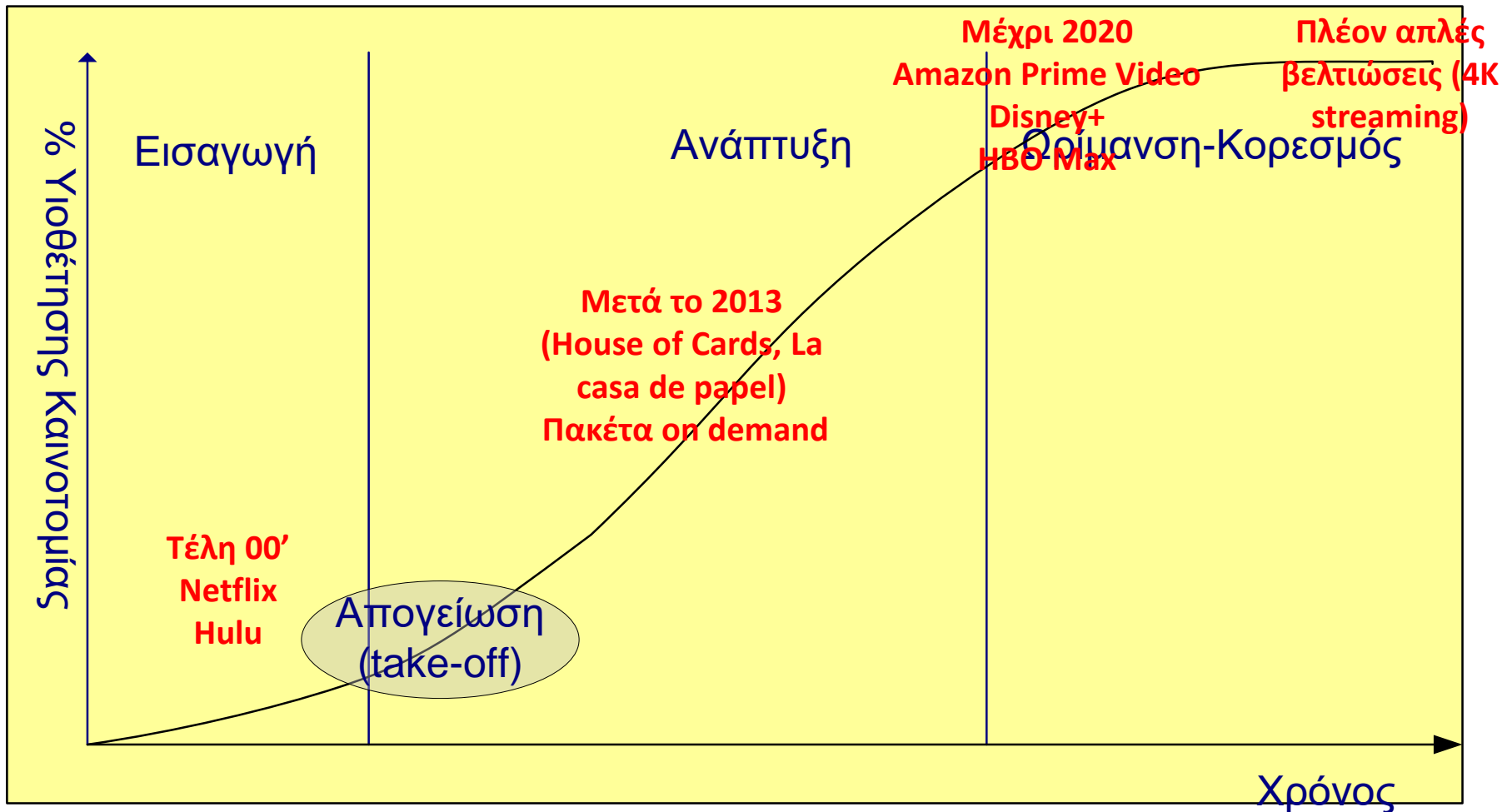




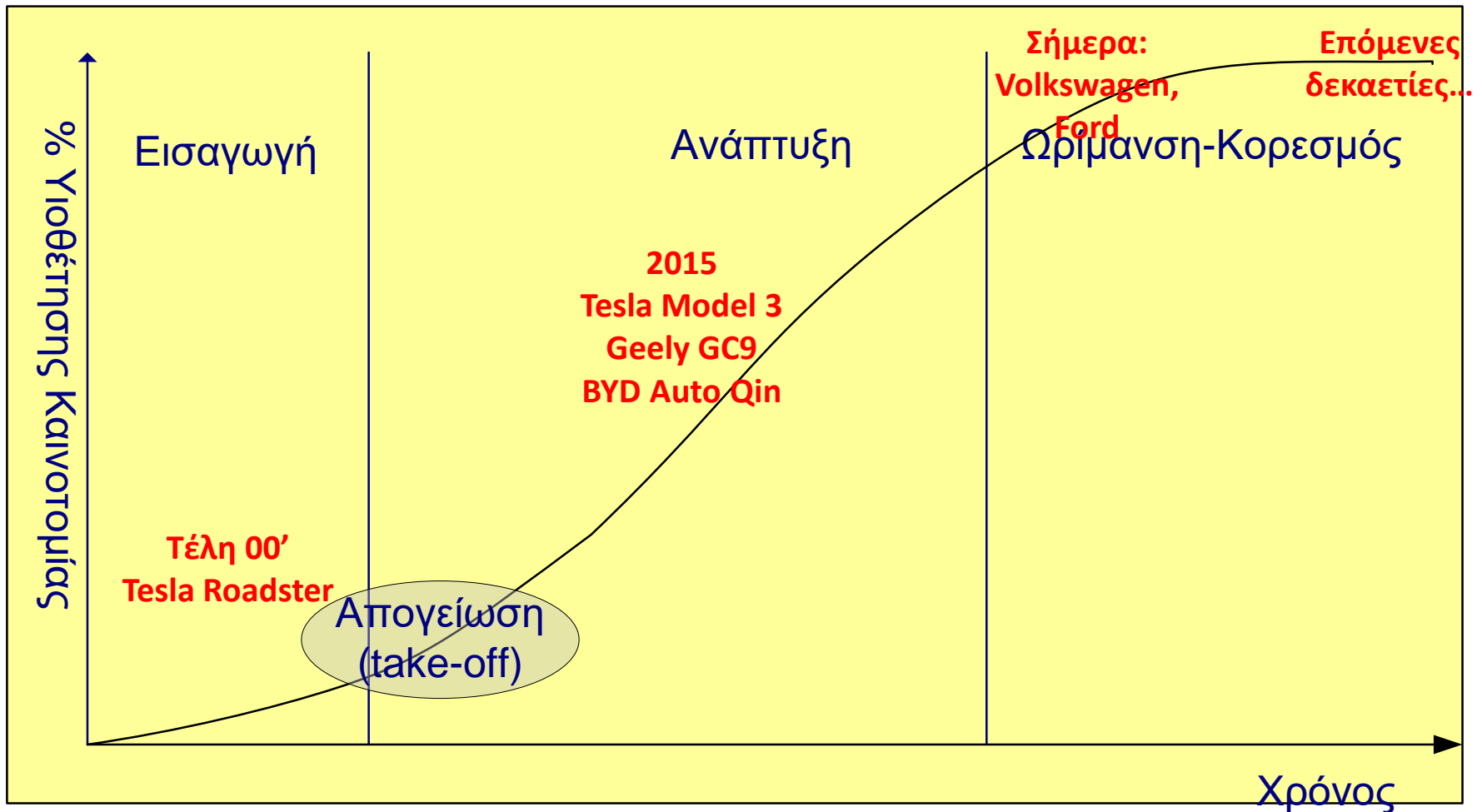
# Διάχυση Καινοτομίας - Smartphones



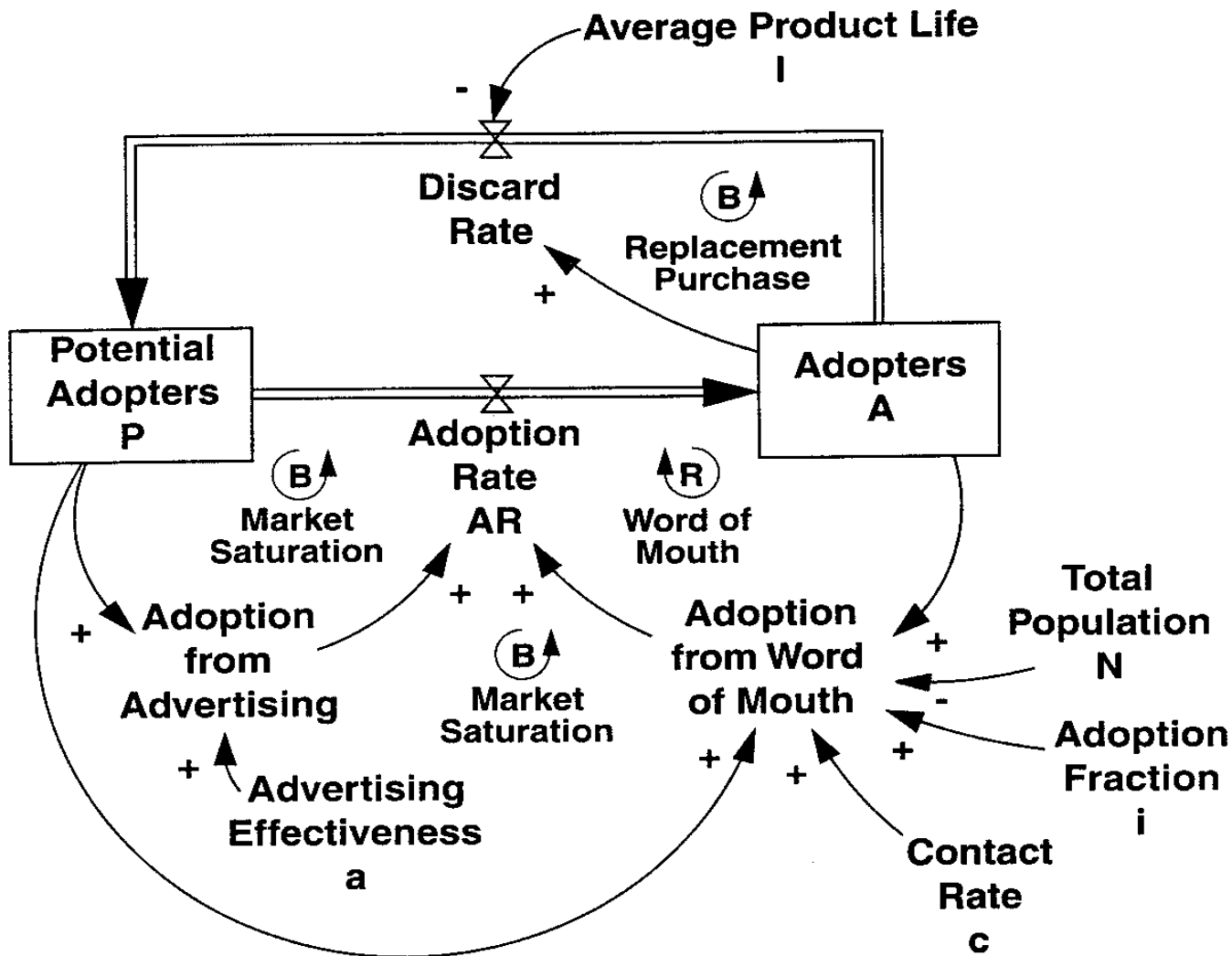
# Διάχυση Καινοτομίας – Streaming Services



# Διάχυση Καινοτομίας - Ηλεκτρικά Οχήματα

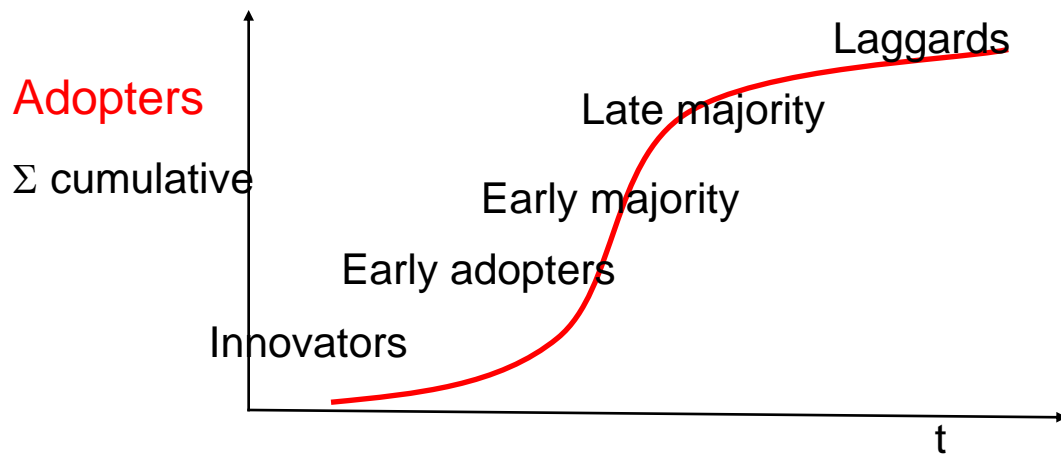


## Διαδικασία υιοθέτησης ενός προϊόντος από την αγορά

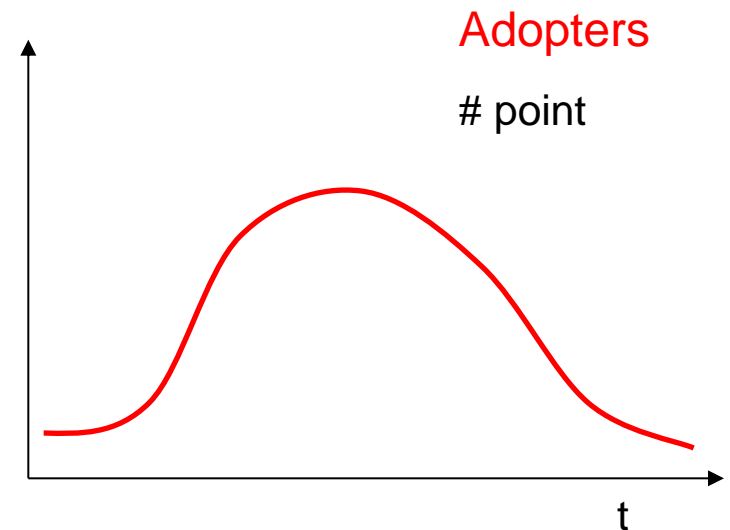


# Patterns of innovation diffusion

## Cumulative diffusion (stock)



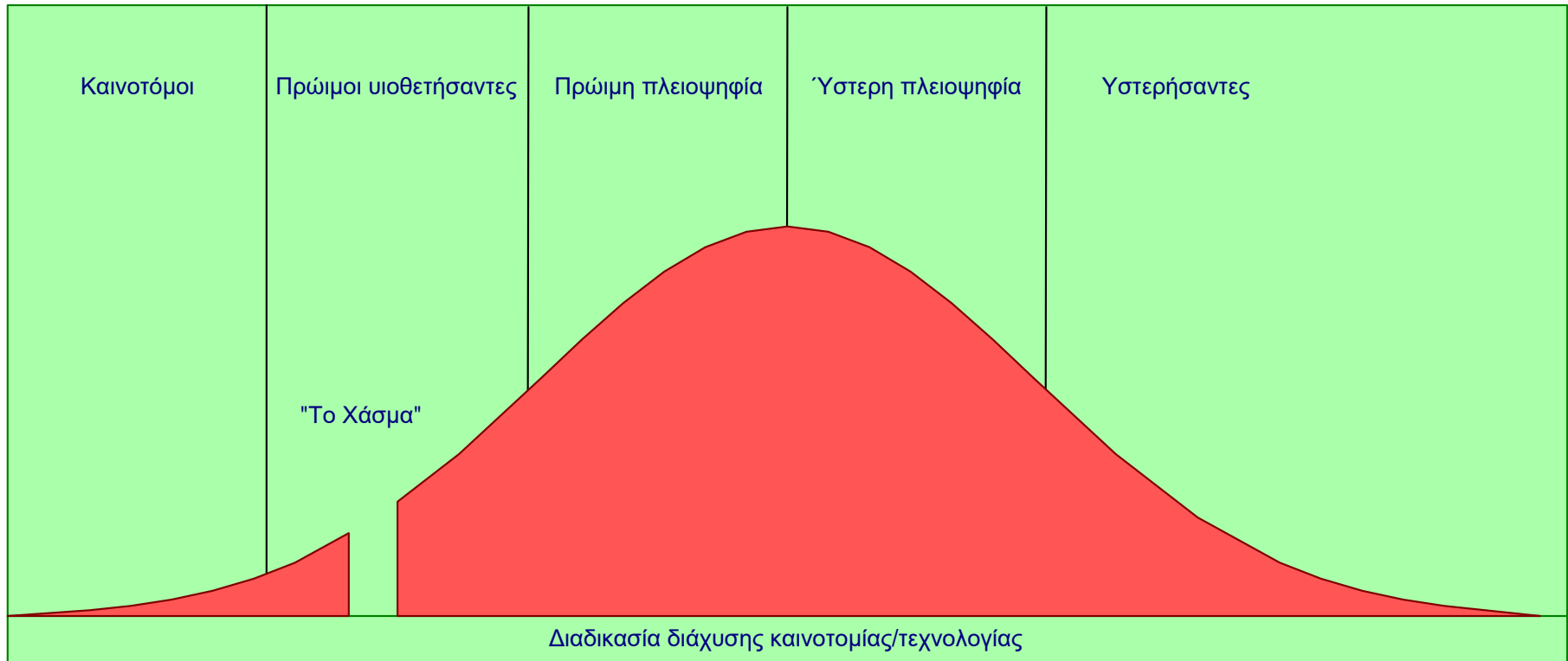
## Point diffusion (flow)



Rogers E. M., (1965)

Bass, F. M. (1969)

# Η καμπύλη του ρυθμού διάχυσης

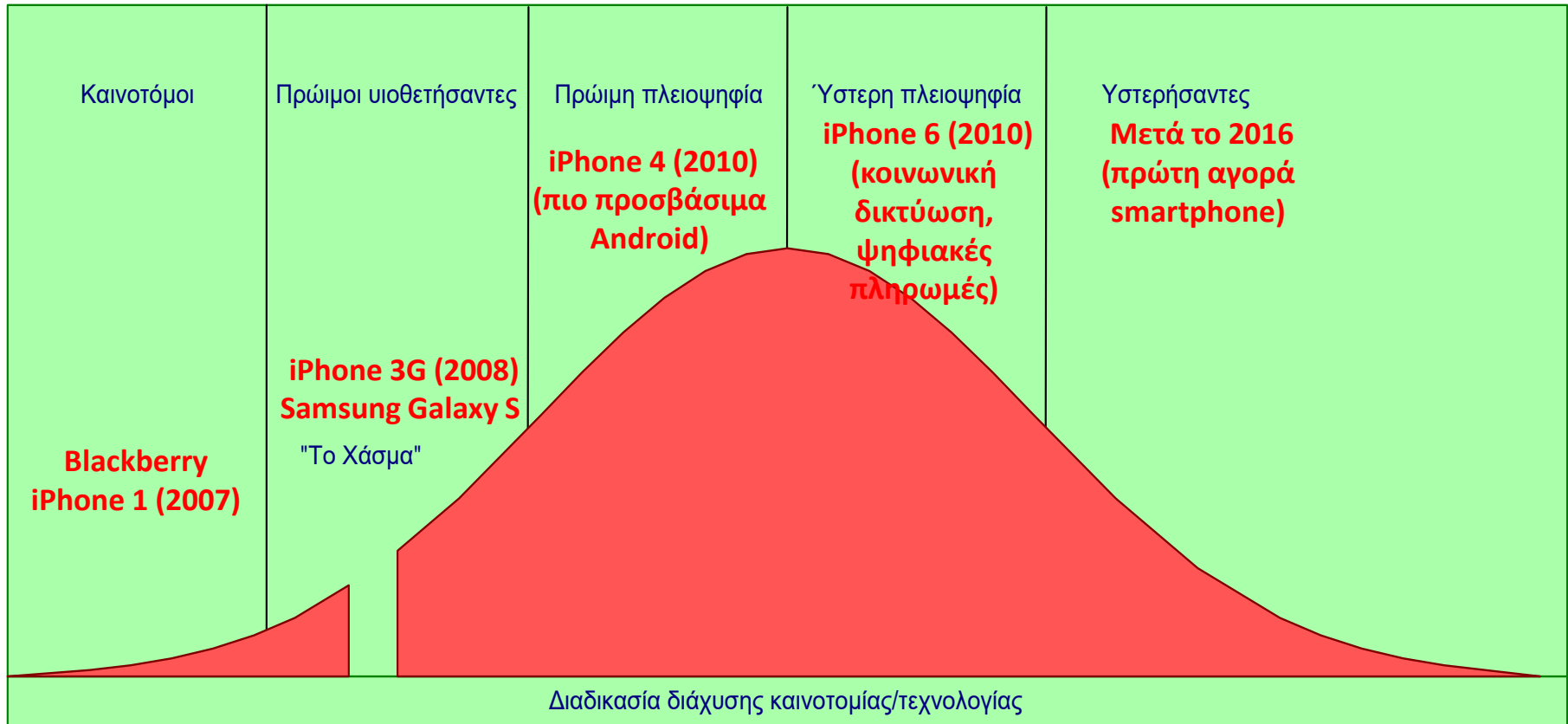


Το "Χάσμα" αναφέρεται στην πρόκληση που συχνά προκύπτει μεταξύ των πρώιμων υιοθετησάντων και της πρώιμης πλειοψηφίας, όπου η υιοθέτηση της καινοτομίας μπορεί να επιβραδυνθεί αν δεν υπάρχει επαρκής υποστήριξη ή αποδοχή.

# Κατηγορίες και χαρακτηριστικά των υιοθετούντων την καινοτομία

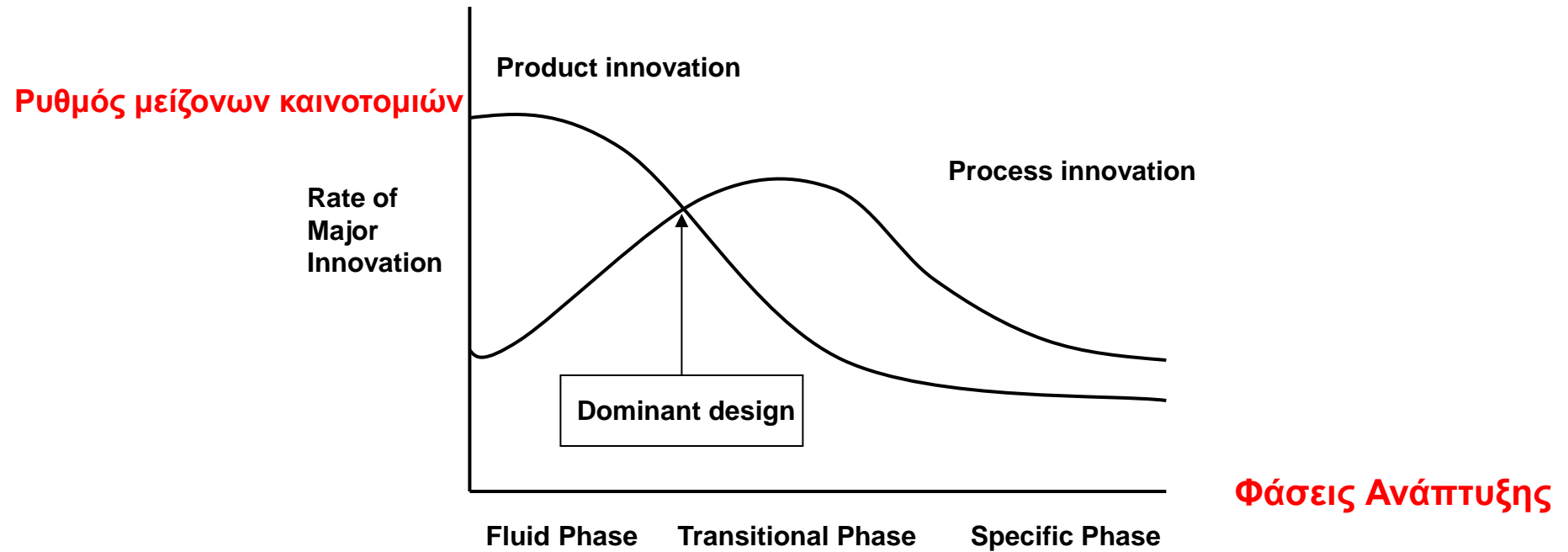
Κατηγορία	Κοινά χαρακτηριστικά
Καινοτόμοι (Innovators)	2.5%. Χρειάζονται μικρότερο χρόνο υιοθέτησης από οποιοδήποτε άλλο γκρουπ. Παράτολμοι, κινητικοί, τολμηροί. Εκείνοι που ρισκάρουν. Οικονομικοί πόροι για την απορρόφηση μη επικερδών καινοτομιών, κατανόηση και εφαρμογή σύνθετης τεχνικής γνώσης για την ανταπόκριση με έναν μεγάλο βαθμό αβεβαιότητας
Πρώτοι υιοθετήσαντες (Early Adopters)	13,5%. Ανερχόμενοι της κοινωνικής κινητοποίησης. Μεγαλύτερος βαθμός της ηγεσίας γνώμης, μοντέλο κανόνας στο κοινωνικό σύστημα, σεβασμός από τα ισότιμα μέλη, επιτυχημένοι .
Πρώτη πλειοψηφία (Early Majority)	34%. Αλληλεπιδρούν συχνά με ομοίους τους (στον κοινωνικό περίγυρο), σπάνια κρατάνε τη θέση του ηγέτη άποψης, εσκεμμένα πριν την υιοθέτηση μιας νέας ιδέας .
Ύστερη πλειοψηφία (Late Majority)	34%. Αντιδρούν στην πίεση από τους ομοίους τους, οικονομική αναγκαιότητα, σκεπτικιστές, προσεκτικοί .
Ύστερήσαντες (Laggards)	16% Καθόλου ηγεσία γνώμης. Απομονωμένοι. Σημείο αναφοράς αποτελεί το παρελθόν. Δύσπιστοι για τις καινοτομίες καινοτομίες, οι διαδικασίες λήψης απόφασης που αφορούν καινοτομίες είναι χρονοβόρες, με περιορισμένους πόρους

# Η καμπύλη του ρυθμού διάχυσης – Η περίπτωση των smartphones





# Product Cycle



Source: Utterback (1994, p. xvii)

# Φάσεις ανάπτυξης και ρυθμός μείζονων καινοτομιών

---

## Άξονας Χ: Φάσεις Ανάπτυξης

- ▶ **Fluid Phase (Υγρή Φάση):** Στην αρχική φάση της ανάπτυξης του προϊόντος, υπάρχουν πολλά πειράματα και παραλλαγές στον σχεδιασμό του προϊόντος, καθώς δεν έχει καθοριστεί ακόμη ένα "κυρίαρχο σχέδιο" (dominant design).
- ▶ **Transitional Phase (Μεταβατική Φάση):** Στη φάση αυτή, καθιερώνεται ένα κυρίαρχο σχέδιο, το οποίο γίνεται αποδεκτό από την αγορά και τους παραγωγούς. Αυτή η φάση χαρακτηρίζεται από μείωση της καινοτομίας προϊόντων, αλλά αύξηση των καινοτομιών στη διαδικασία παραγωγής.
- ▶ **Specific Phase (Εξειδικευμένη Φάση):** Σε αυτή τη φάση, η καινοτομία εστιάζει κυρίως στη βελτίωση των διαδικασιών, καθώς το προϊόν έχει ήδη σταθεροποιηθεί και το κύριο ενδιαφέρον είναι η μείωση του κόστους και η αύξηση της αποδοτικότητας στην παραγωγή.

## Άξονας Υ: Φάσεις Ανάπτυξης

- ▶ Δείχνει τον ρυθμό μείζονων καινοτομιών. Η καμπύλη αναπαριστά τον ρυθμό με τον οποίο πραγματοποιούνται σημαντικές καινοτομίες τόσο στο προϊόν όσο και στη διαδικασία παραγωγής.

Αρχικά, ο ρυθμός καινοτομιών στο προϊόν (*product innovation*) είναι υψηλός καθώς πειραματίζονται με διαφορετικά σχέδια. Με την πάροδο του χρόνου, ο ρυθμός αυτός μειώνεται καθώς σταθεροποιείται ένα "dominant design".

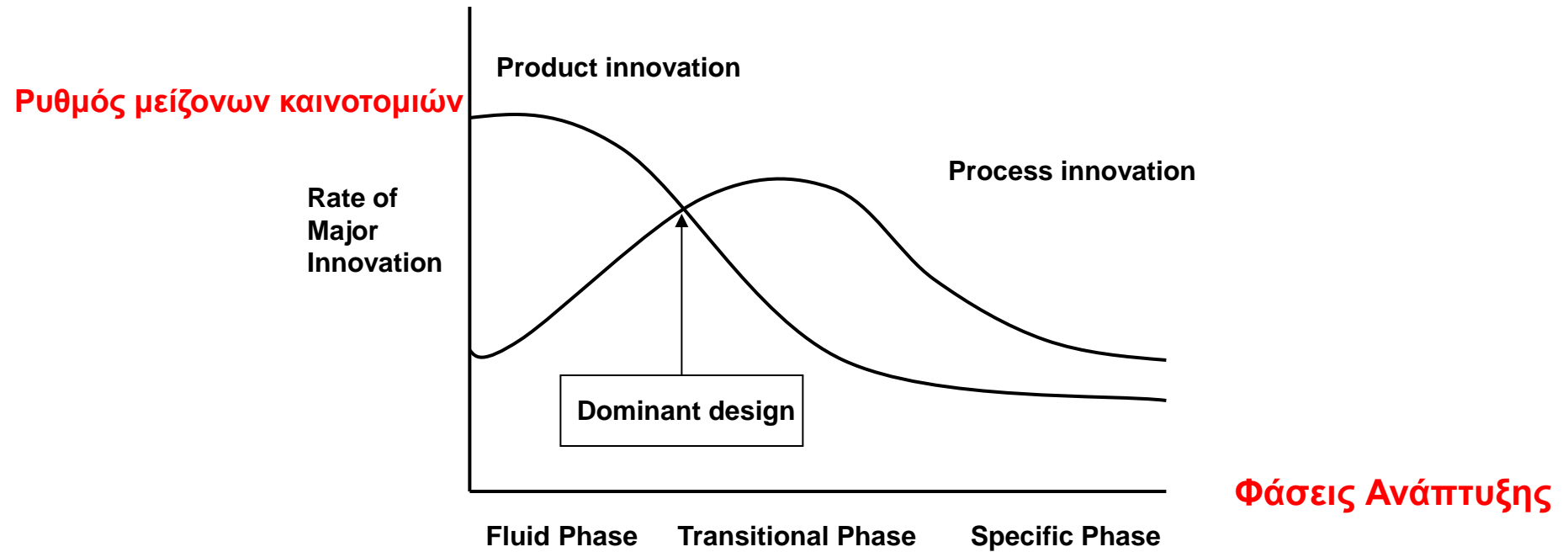
Αρχικά, η καινοτομία διαδικασιών (*process innovation*) είναι χαμηλή, αλλά αυξάνεται καθώς το dominant design σταθεροποιείται και η εστίαση μετατοπίζεται στη βελτίωση της παραγωγικής διαδικασίας για μείωση του κόστους και αύξηση της αποδοτικότητας.

**Dominant design: Σηματοδοτεί τη μετάβαση**

---



# Product Cycle



Source: Utterback (1994, p. xvii)

# Συσχέτιση μεταξύ των διαστάσεων της καινοτομίας

- Utterback and Abernathy (1975-78)
  - «τα χαρακτηριστικά της καινοτομικής διαδικασίας και οι καινοτομικές απόπειρες μιας επιχείρησης θα διαφέρουν συστηματικά σύμφωνα με το περιβάλλον και τη στρατηγική ανάπτυξης και ανταγωνισμού της επιχείρησης, και με το στάδιο ανάπτυξης της τεχνολογίας παραγωγής που χρησιμοποιείται από την επιχείρηση και τους ανταγωνιστές της», ανεξάρτητα από τομέα και τεχνολογία.
- μονάδα ανάλυσης η παραγωγική μονάδα
- η ανάλυση εστιάζει στη μεταβολή της φύσης της καινοτομικής διαδικασίας
- υπαινίσσεται σαφείς επιλογές για τη στρατηγική των επιχειρήσεων

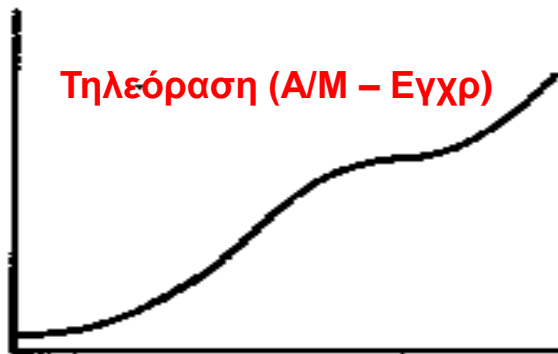
# Παραλλαγές του απλού κύκλου προϊόντος



α) Υποκατάσταση



β) Επεκτάσεις του κύκλου ζωής



γ) Αλλαγή στην τεχνολογία



δ) Εκτεταμένη φάση ωριμότητας

# Ταξινόμηση κλάδων κατά Pavitt

Σε αντίθεση με τους U-A, οι Pavitt και Patel υποστηρίζουν ότι η τεχνολογική αλλαγή έχει ισχυρά κλαδικά χαρακτηριστικά:

- ▣ το μέγεθος των επιχειρήσεων που καινοτομούν
- ▣ τον τύπο του προϊόντος που παράγουν
- ▣ τους στόχους της καινοτομίας
- ▣ τις πηγές της καινοτομίας
- ▣ τον τόπο της καινοτομίας

Διακρίνουν πέντε τύπους κλάδων/τεχνολογικές τροχιές:

- ηγεμονευόμενους από τους προμηθευτές (π.χ. γεωργία, ένδυση)
- μεγάλης κλίμακας (π.χ. αυτοκινητοβιομηχανία, χαλυβουργία)
- εντάσεως πληροφορίας (π.χ. τράπεζες, ασφαλιστικές, εκδόσεις)
- εδραιωμένους στην επιστήμη (π.χ. φαρμακοβιομηχανία, βιοτεχνολογία)
- εξειδικευμένους προμηθευτές (π.χ. ΤΠΕ, κατασκευαστές εξειδικευμένου λογισμικού, τεχνολογίες ακριβούς μέτρησης, εργαλειομηχανές)

# Socio-technical systems

- Socio-technical systems are thought as ensembles of technologies, artefacts, technology development and use/consumption processes, groups of scientists, users, etc. that address specific societal functions. Innovations that change the structure and behaviour of such ensembles are referred to as system innovations, or socio-technical system transitions.

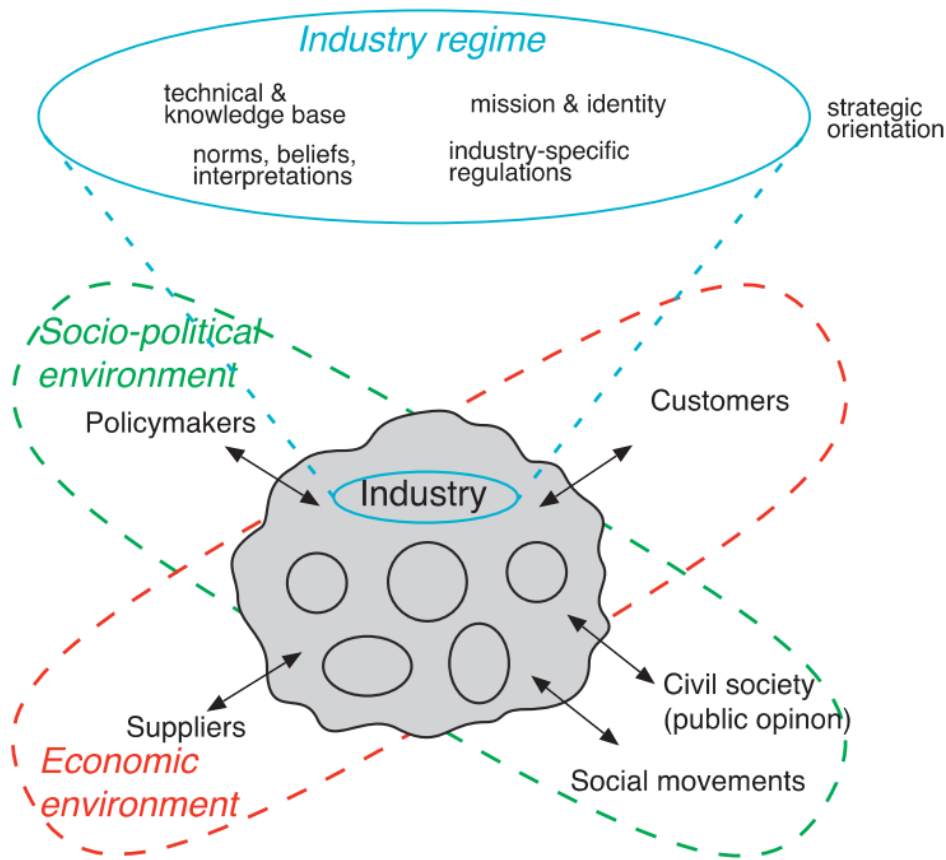
(Geels, 2018)

- Socio-technical systems are actively created, (re)produced and refined by several social groups, for instance, firms, universities and knowledge institutes, public authorities, public interest groups and users. Their activities reproduce the elements and linkages in socio-technical systems. These social groups have their own vested interests, problem perceptions, values, preferences, strategies and resources (money, knowledge and contacts).

(Geels, 2005)

- A socio-technical system (STS) consists of two co-evolving subsystems: the development and production of technological artefacts subsystem and the technology and artefacts use subsystem.

(Adamides & Mouzakis, 2009)



Το πλαίσιο εξηγεί τον **ενσωματωμένο** χαρακτήρα των βιομηχανιών μέσα στα κοινωνικο-πολιτικά και οικονομικά πλαίσια, και τον τρόπο με τον οποίο αυτές οι αλληλεπιδράσεις διαμορφώνουν τις δυνατότητες και τους περιορισμούς για καινοτομία και αλλαγή

**Fig. 2.** Triple embeddedness framework of industries.  
 Source: (adapted from Geels, submitted for publication).

(Turnheim and Geels, 2012)



# Why there is stability?

Industry regimes are usually stable, because of various lock-in mechanisms and commitments:

- 1) **Commitment to cultural-cognitive institutions** (mental maps, beliefs) focuses the interpretations of actors, blinding them to developments outside their focus. Cognitive inertia may lead to mis-interpretation of external threats and delays in response strategies.
- 2) **Commitment to mission and identity** refrains industry actors from changing their strategic and societal positioning.
- 3) **Commitment to the existing technical competencies** creates resistance against technological discontinuities.
- 4) Industry actors are **committed to industry-specific regulatory institutions** through compliance mechanisms. These institutions constrain the behavior of industries with incentives and disincentives.

# Socio-technical transition

Socio-technical transition is multi-dimensional, i.e. it encompasses technological as well as organizational, institutional and socio-cultural change.

In the course of a transition, new products, services, business models, organizations, regulations, norms and user practices emerge, partly complementing but more often substituting existing ones.

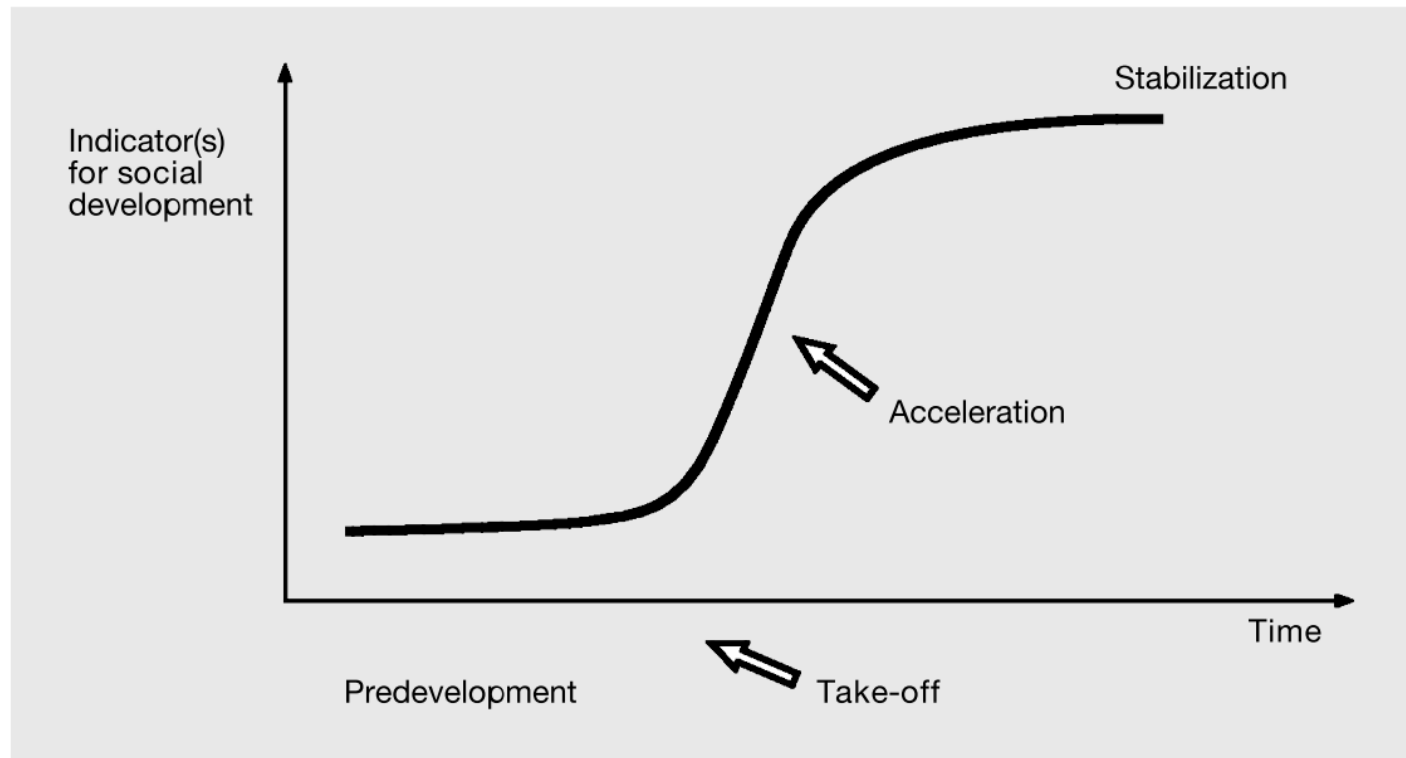
A socio-technical transition is commonly understood as a fundamental transformation of a socio-technical system.

(Markard et al., 2016)

Transitions are multi-actor processes that involve interactions between many social groups, e.g. commercial transactions, political negotiations, power struggles and creation of coalitions.

(Geels, 2005)

# 4 Transition phases



- A predevelopment phase of dynamic equilibrium where the status quo does not visibly change.
- A take-off phase where the process of change gets under way because the state of the system begins to shift.
- A breakthrough or acceleration phase where visible structural changes take place through an accumulation of socio-cultural, economic, ecological and institutional changes that react to each other. During the acceleration phase, there are collective learning processes, diffusion and embedding processes.
- A stabilization phase where the speed of social processes, diffusion and embedding processes.

# Forces leading to transition

1. **Formation forces (Διαμόρφωσης):** related to the potential for societal innovation.
2. **Support forces (Υποστήριξης):** strengthen or weaken present transitional trends.
3. **Triggers or triggering forces (Εναύσματος):** perturb or shock the system.

Frantzeskaki and De Haan, 2009

## Ηλεκτρικά οχήματα (electric vehicles)

Formation forces	Support forces	Triggers or triggering forces
Η αυξανόμενη ευαισθητοποίηση για την κλιματική αλλαγή δημιούργησε μια "κοινωνική ανάγκη" για καθαρότερες μορφές μεταφορών, ενώ η ανάπτυξη των ηλεκτρικών μπαταριών και των δικτύων φόρτισης δημιούργησε τις υποδομές για ένα νέο λειτουργικό σύστημα μετακίνησης.	Οι κυβερνητικές επιδοτήσεις, τα προγράμματα χρηματοδότησης για τις εταιρείες κατασκευής και η δημιουργία κανονισμών για τη μείωση των εκπομπών ρύπων αποτελούν υποστηρικτικές δυνάμεις που επιταχύνουν τη μετάβαση προς τα ηλεκτρικά οχήματα.	Μια οικονομική ή ενεργειακή κρίση, όπως η ξαφνική αύξηση των τιμών του πετρελαίου ή η έλλειψη καυσίμων, μπορεί να λειτουργήσει ως δύναμη έναυσης, προκαλώντας μια έντονη στροφή του καταναλωτικού ενδιαφέροντος

Transition: How do we go from this

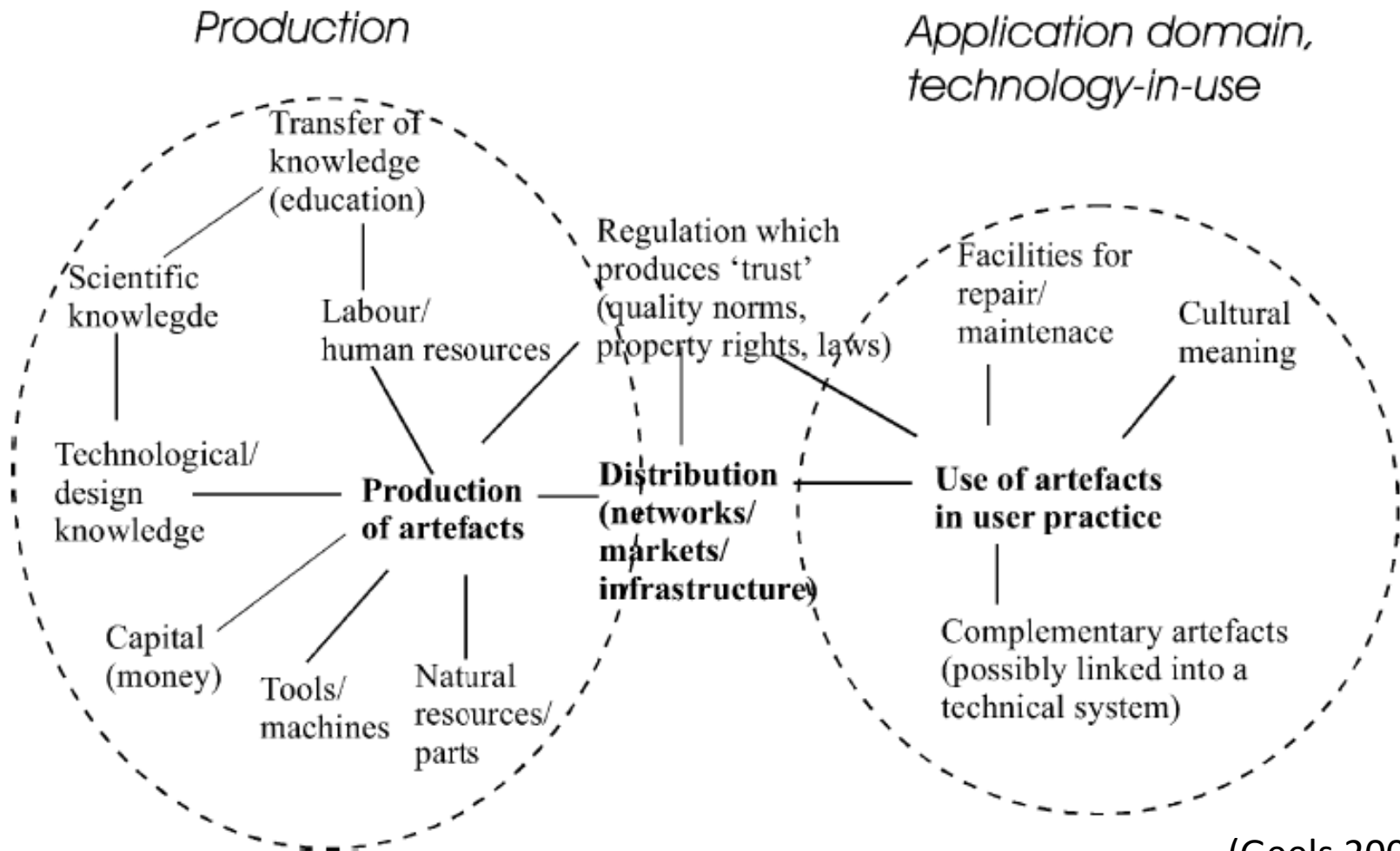




to THIS?

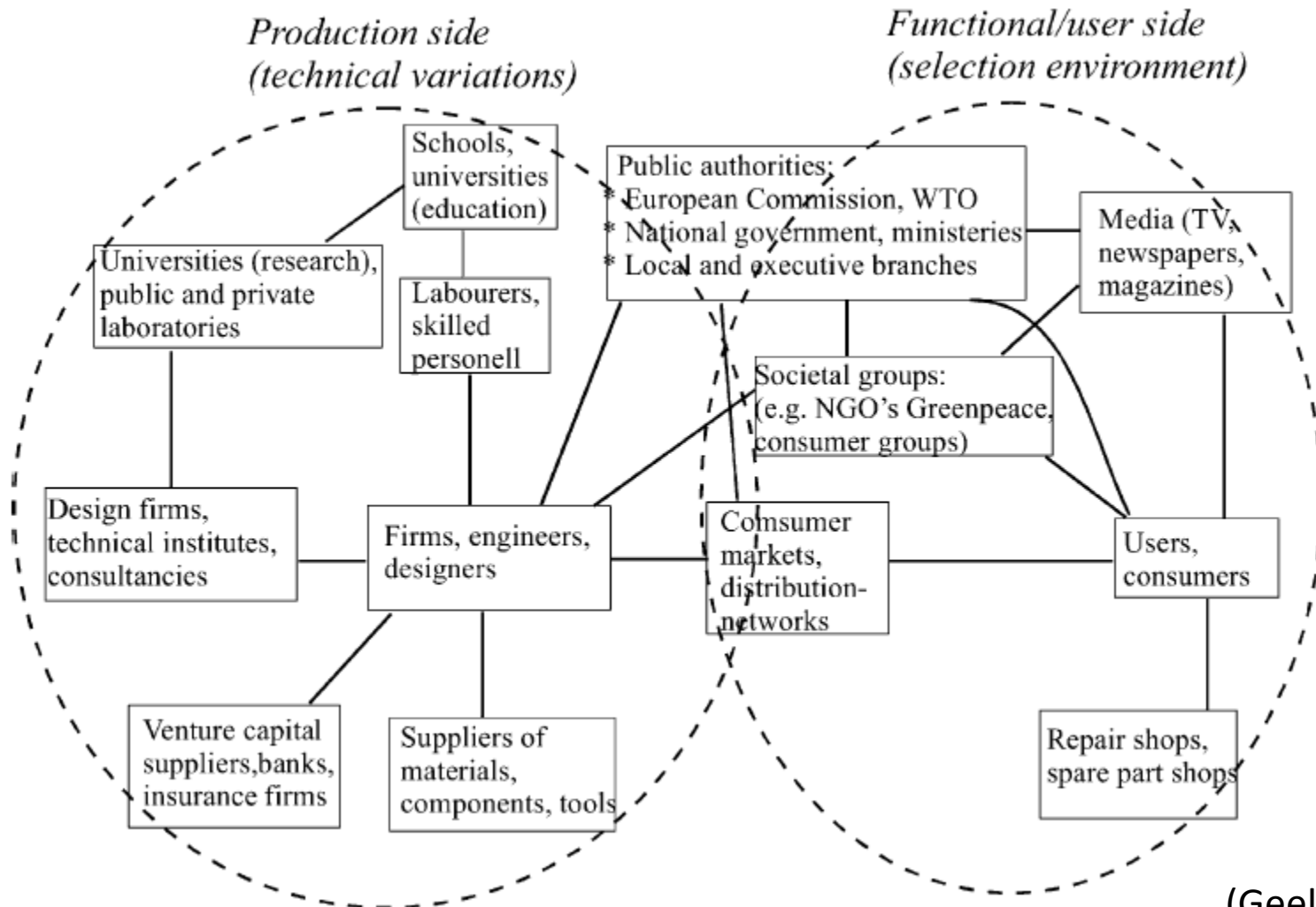


# The basic elements and resources of socio-technical systems



(Geels 2004)

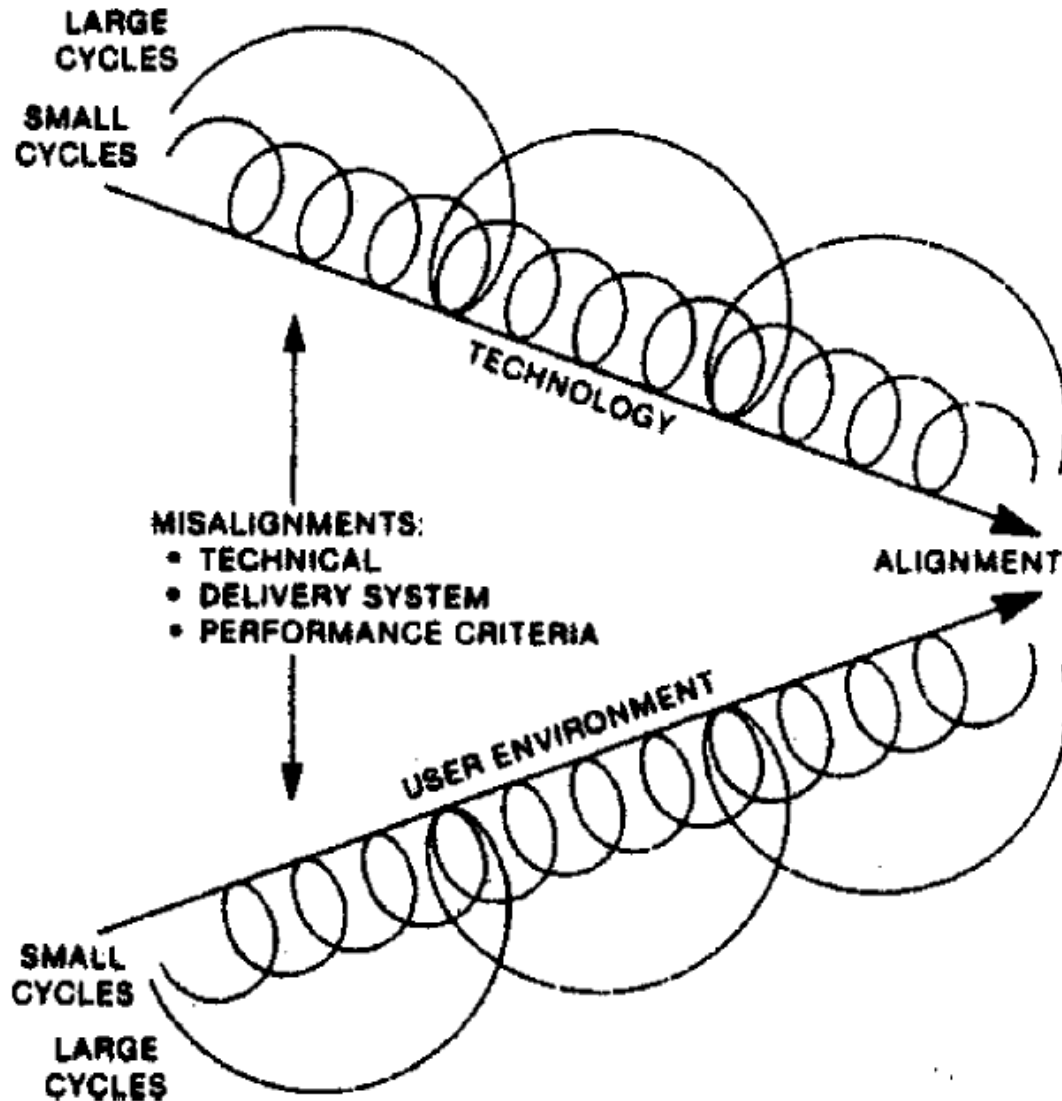
# Social groups which carry and reproduce ST-systems



(Geels 2004)



# Co-evolution of technology and user environment (Leonard-Barton, 1988, p. 251)

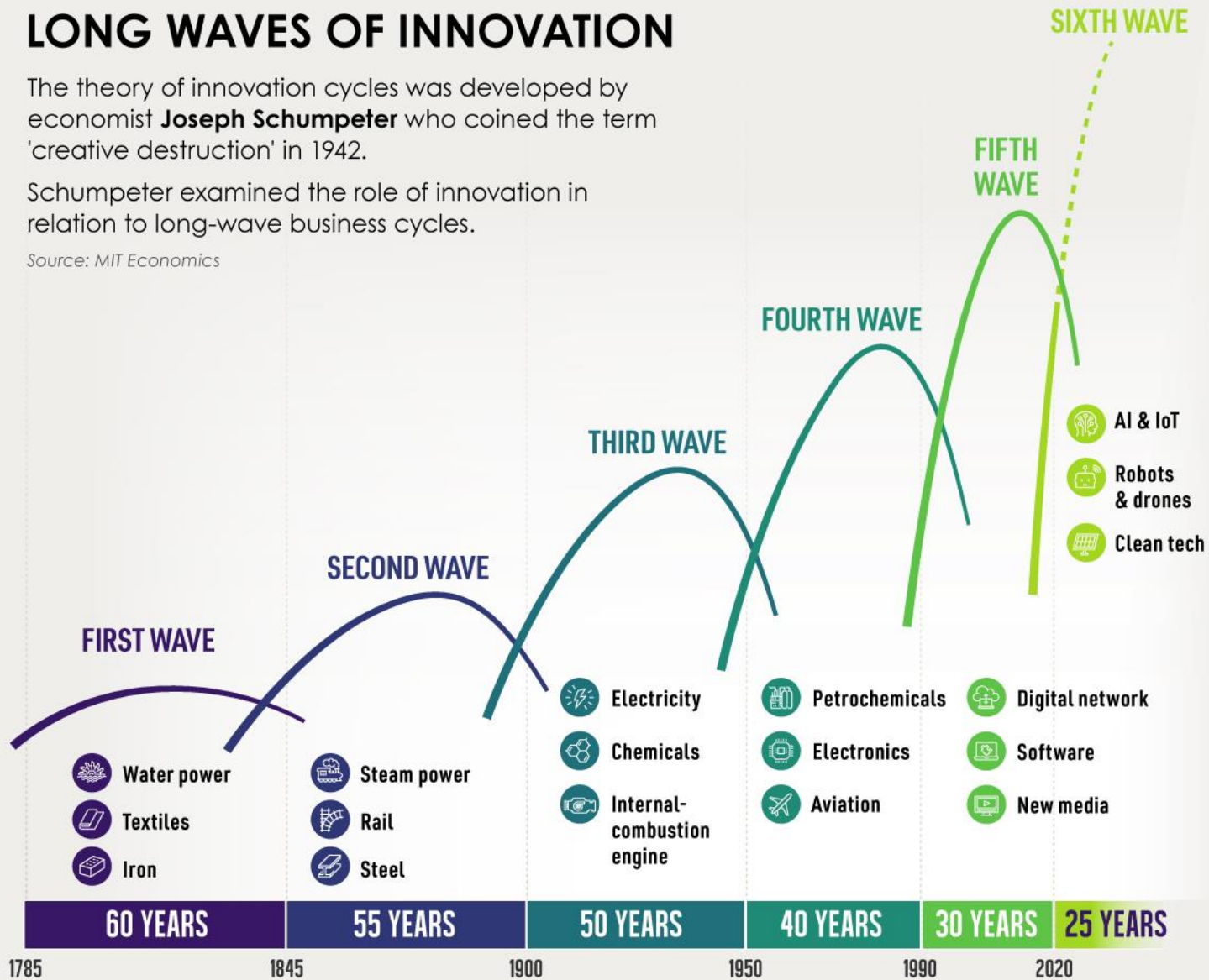


# LONG WAVES OF INNOVATION

The theory of innovation cycles was developed by economist **Joseph Schumpeter** who coined the term 'creative destruction' in 1942.

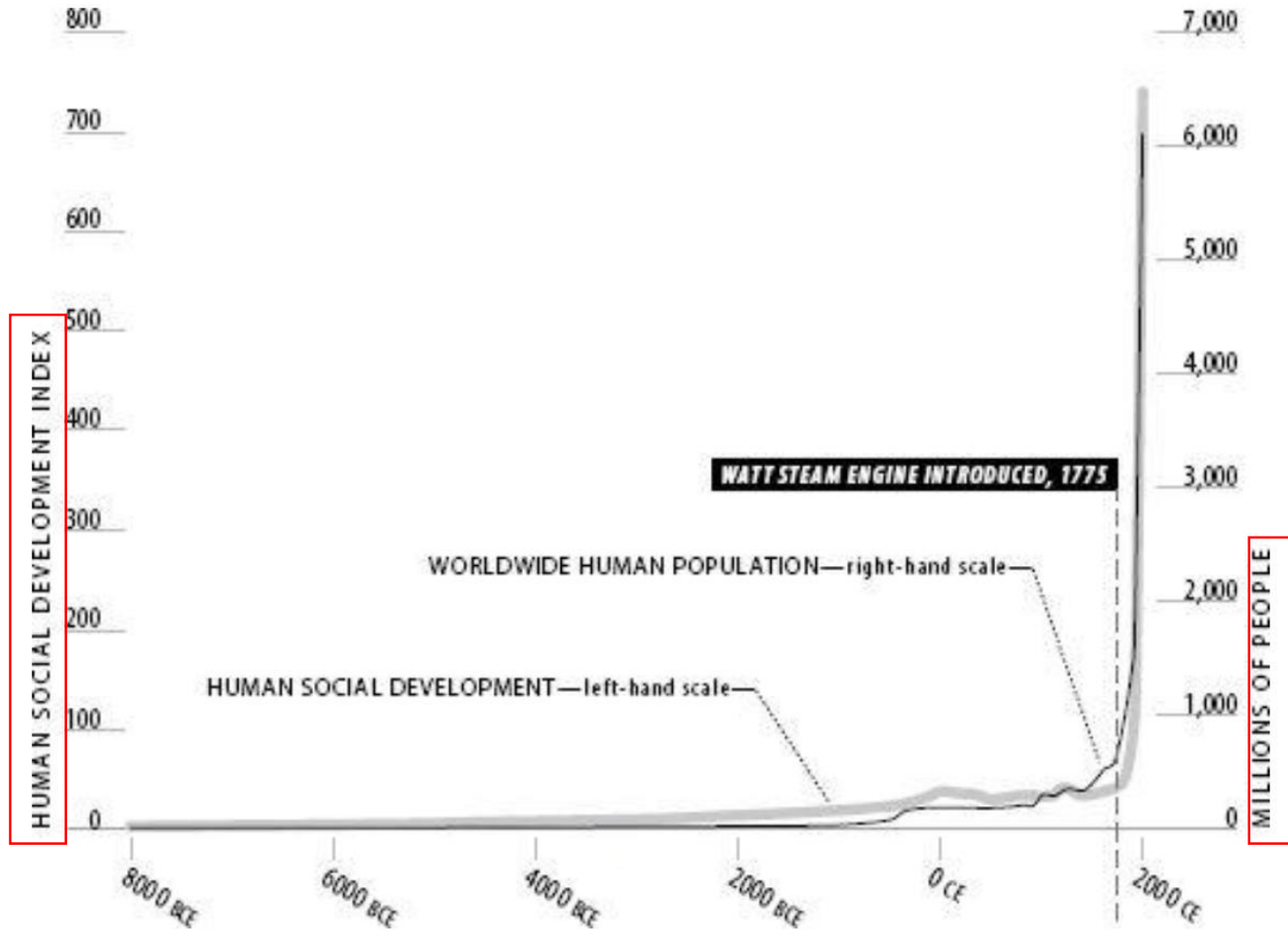
Schumpeter examined the role of innovation in relation to long-wave business cycles.

Source: MIT Economics

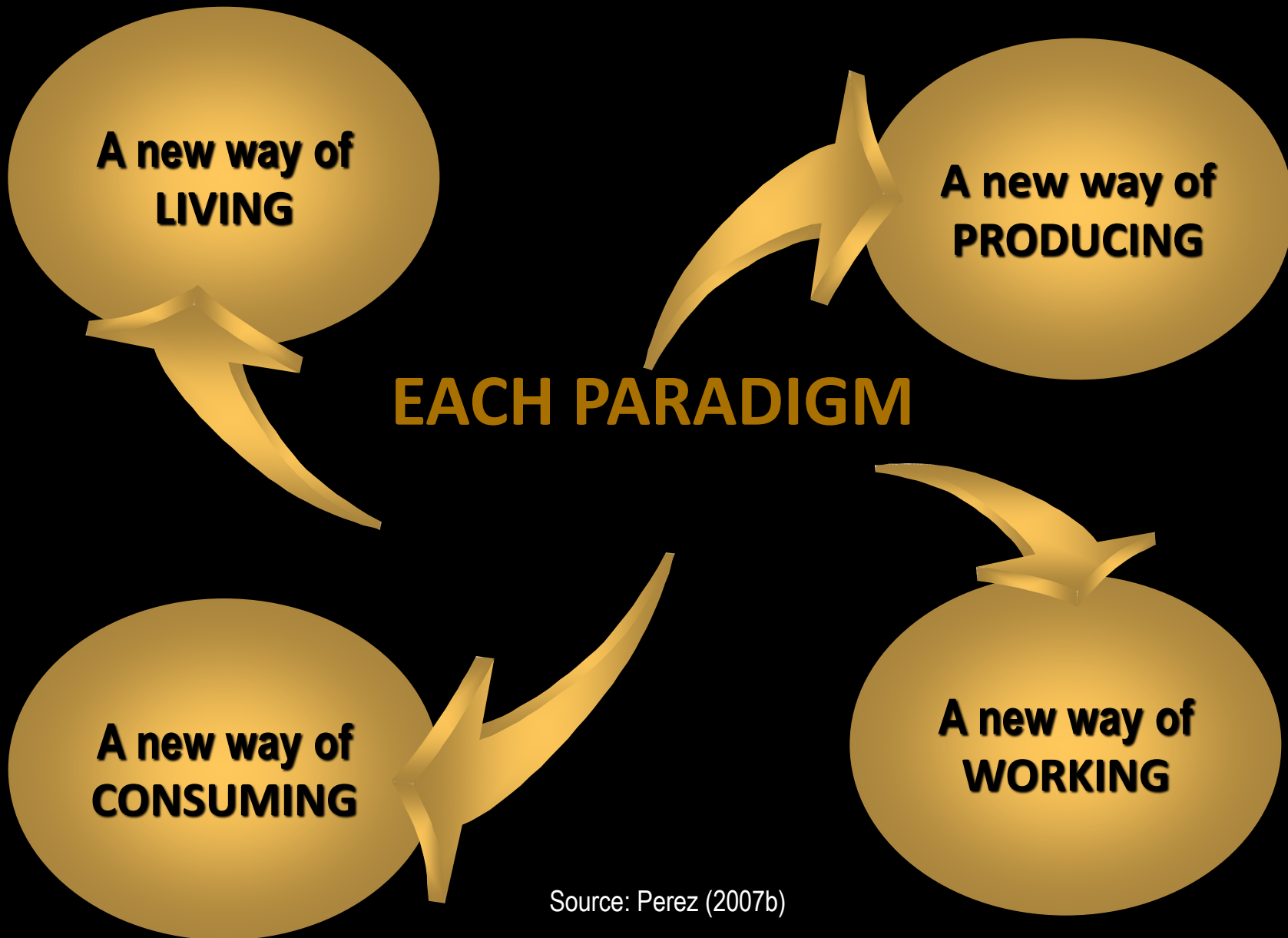


Source: Edelson Institute

FIGURE 1.2 What Bent the Curve of Human History? The Industrial Revolution.



Πηγή: Brynjolfsson & McAfee (2013)



Source: Perez (2007b)

# Αλλαγές στο τεχνο-οικονομικό παράδειγμα

(Freeman and Perez, 1988, pp 47-58)

Σε κάθε νέο τεχνο-οικονομικό παράδειγμα, ένας συγκεκριμένος παραγωγικός πόρος ή ένα σύνολο αυτών, ο οποίος μπορεί να προσδιορισθεί ως ο 'πόρος κλειδί' του παραδείγματος, εκπληρώνει τις παρακάτω συνθήκες:

- εμφανώς «χαμηλό και ταχέως μειούμενο κόστος»
- «φαινομενικά, σχεδόν απεριόριστη προσφορά για μακρές περιόδους»
- «εμφανείς δυνατότητες για την ενσωμάτωση του νέου πόρου κλειδί σε πολλά προϊόντα και διαδικασίες σε όλη την έκταση του οικονομικού συστήματος. Είτε άμεσα ή (συχνότερα) μέσα από ένα σύνολο αλληλοσχετιζόμενων καινοτομιών, οι οποίες και μειώνουν το κόστος και αλλάζουν την ποιότητα του παραγωγικού εξοπλισμού, της εργασίας και άλλων πόρων του συστήματος»

# Η ιστορία των βιομηχανικών επαναστάσεων

Κύματα	Διαστάσεις ανά τεchnο-οικονομικό παράδειγμα			
	Κλάδος-Τεχνολογία	Χώρα(-ες)	Περίοδος	Διάρκεια κύματος
1 <sup>ο</sup> Κύμα	Δύναμη νερού, Κλωστοϋφαντουργία, Σίδηρο	Βρετανία	1785-1845	60 έτη
2 <sup>ο</sup> Κύμα	Ατμός, Σιδηρόδρομοι, Ατσάλι	Βρετανία, ΗΠΑ, Γερμανία	1845-1900	55 έτη
3 <sup>ο</sup> Κύμα	Ηλεκτρική ενέργεια, Χημικά, Κινητήρας Εσωτερικής Καύσης	ΗΠΑ	1900-1950	50 έτη
4 <sup>ο</sup> Κύμα	Πετροχημικά, Ηλεκτρονικά, Αεροπορία	ΗΠΑ, Ιαπωνία	1950-1990	40 έτη
5 <sup>ο</sup> Κύμα	Ψηφιακό δίκτυο, Λογισμικό, Νέα μέσα	ΗΠΑ	1990-2020	30 έτη
6 <sup>ο</sup> Κύμα	Ψηφιοποίηση (AI, IoT), Ρομπότ, Καθαρές Τεχνολογίες ( <i>Clean Tech</i> )	Κίνα, Ινδία;	2020-2045	25 έτη

# KEY BREAKTHROUGHS

## FIRST WAVE

During the Industrial Revolution, the first factory emerged—a cotton mill in Britain.



## THIRD WAVE

Henry Ford's Model T introduced the assembly line, revolutionizing the automotive industry.



## FIFTH WAVE

In 1990, 2.3M used the internet—by 2016 this reached 3.4B.

Source: World Bank



## SECOND WAVE

As railways proliferated, their networks strongly influenced urban growth.

Source: Nacima Baron, HAL

## FOURTH WAVE

Aviation gains mass adoption on a global scale, providing a lever to economic integration.

Source: OECD

## SIXTH WAVE

As climate challenges intensify, clean tech may reshape business models and consumption patterns.



COLLABORATORS RESEARCH + WRITING Dorothy Neufeld | ART DIRECTION + DESIGN Joyce Ma

# Regularities (and uniqueness) emerging from the analysis of successive technological revolutions and their diffusion

Source: Perez (2007a)

## REGULARITIES

- A technological revolution every 40 to 60 years, with a financial bubble midway along
- A sequence in phases of 8 to 15 years (with different business and social climates)
- Gradual shift in techno-economic paradigm (TEP) guiding innovation and organisation
- Each paradigm remains dominant for more than half a century (staying beyond its “useful life”)

## UNIQUENESS

- Each TEP is fundamentally different and unpredictable
- The forms of adoption are socially, politically and culturally determined
- This leads to geographical and historical variety and continuity (“path dependency”)
- The initiating “core country” has a determining weight in the initial shaping of the TEP

Sharing that “big picture” and its use for analysing the present and gleaning the future is the object of this talk



# National System of Innovation

“the network of institutions in the public and private sectors whose activities and interactions initiate, import and diffuse new technologies” (Freeman, 1987)

- R&D organizations are “embedded in a much wider socio-economic system in which political and cultural influences as well as economic policies help to determine the scale direction and relative success of all innovative activities” (Freeman, 2002)
- “... all important economic, social, political, organizational, institutional and other factors that influence the development, diffusion and use of innovations” (Edquist, 1997)

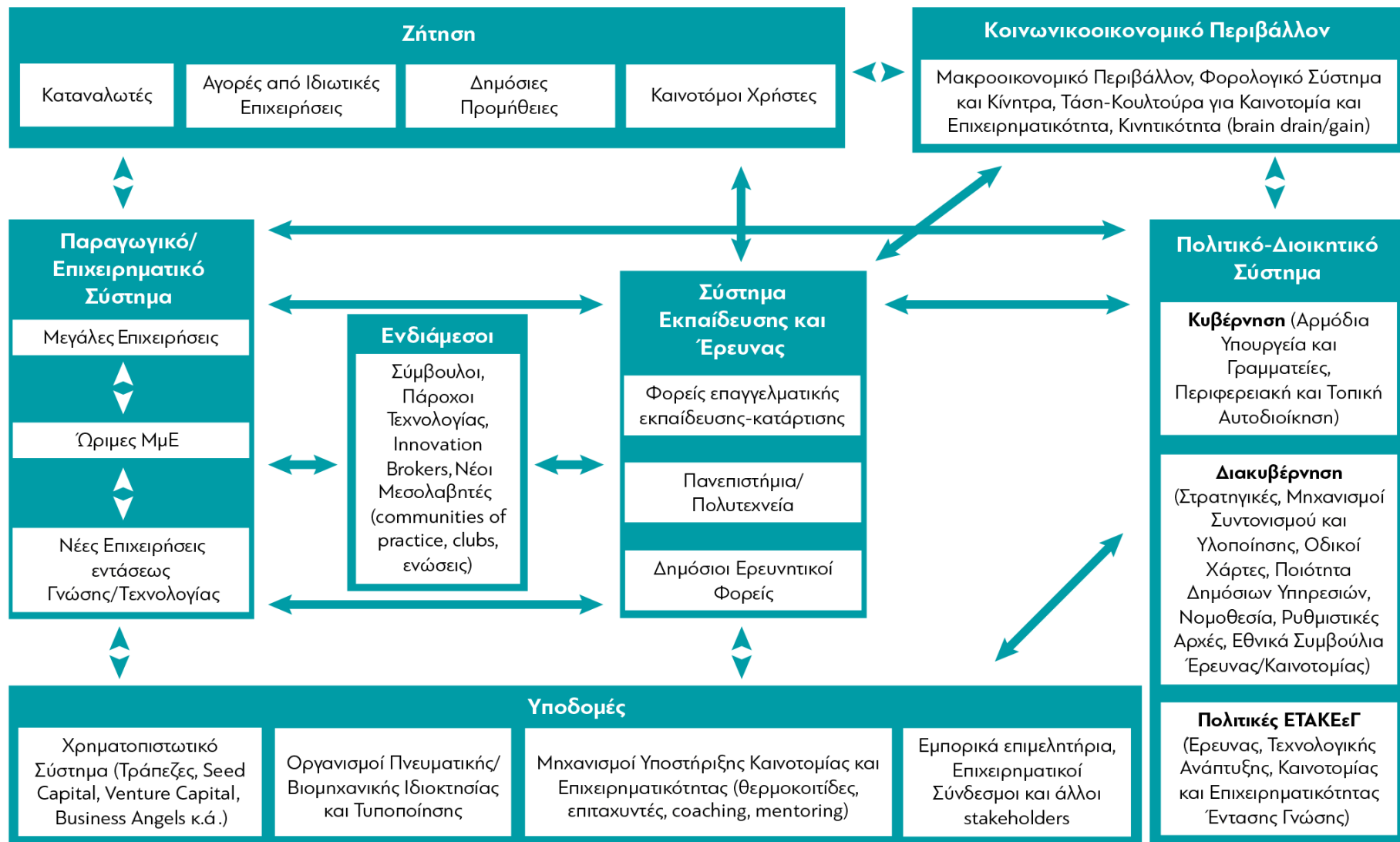
# Two major early studies

- Lundvall (1992) interactive learning, user-producer interactions
  - Two dimensions
    - Structure of production
    - Institutional set-up
- Nelson (1993) nations' R&D systems
  - Organizations that promote the creation and dissemination of knowledge
- Each approach single out different factors reflecting their assumptions on the significance as determinants of innovation activities

# Formal Organizations in ISs

- ▶ “formal structures that are consciously created and have an explicit purpose” (Edquist, 2005)
- ▶ They are players, actors, agents, stakeholders
  - ▶ firms,
  - ▶ universities,
  - ▶ Research Institutes
  - ▶ Corporate R&D facilities
  - ▶ VC,
  - ▶ public policy agencies (addressing innovation, education, competition, environment etc.)
  - ▶ unions
- ▶ Organizational set-up varies considerably, it is ‘system specific’

## Τα Συστατικά Στοιχεία του Εθνικού Συστήματος Καινοτομίας



# Activities in ISs

- ▶ Edquist suggests a provisional list of activities that serve various functions, but he mostly describes the functions served e.g.:
  - ▶ R&D – knowledge creation
  - ▶ Education and training – competence building (individual)
  - ▶ Formation of new product markets
  - ▶ Articulation of quality requirements
  - ▶ Networking
  - ▶ Creating and changing organizations
  - ▶ Creating and changing institutions etc
- ▶ Many activities may be carried out by a variety of organizations or inter-organizationally

# Interaction in ISs

- Institutions influence or govern the set-up of activities and the interaction of actors performing these activities
- Interaction may be market or non-market (OECD 2002)
  - Competition
  - Transaction
  - Co-operation
- Interactive learning

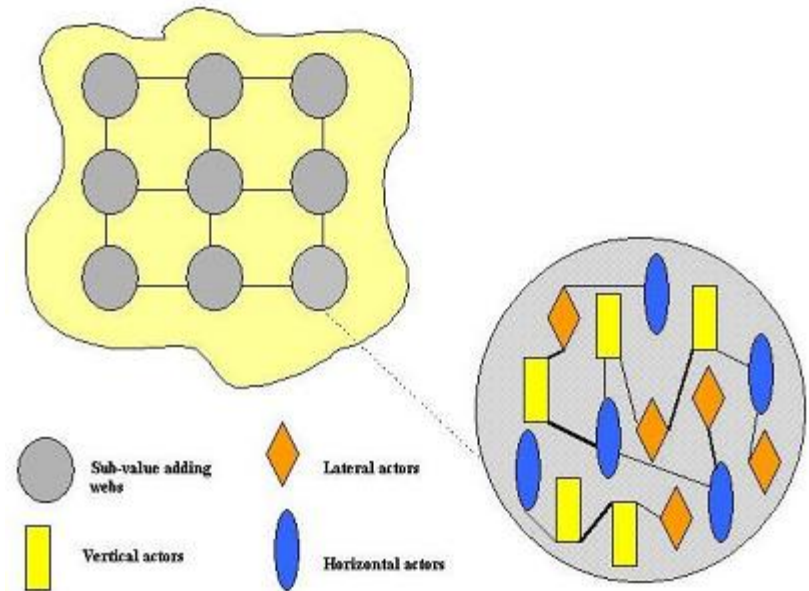
# CLUSTERS

“A geographically proximate group of interconnected companies and associated institutions in a particular field, linked by commonalities and complementarities”

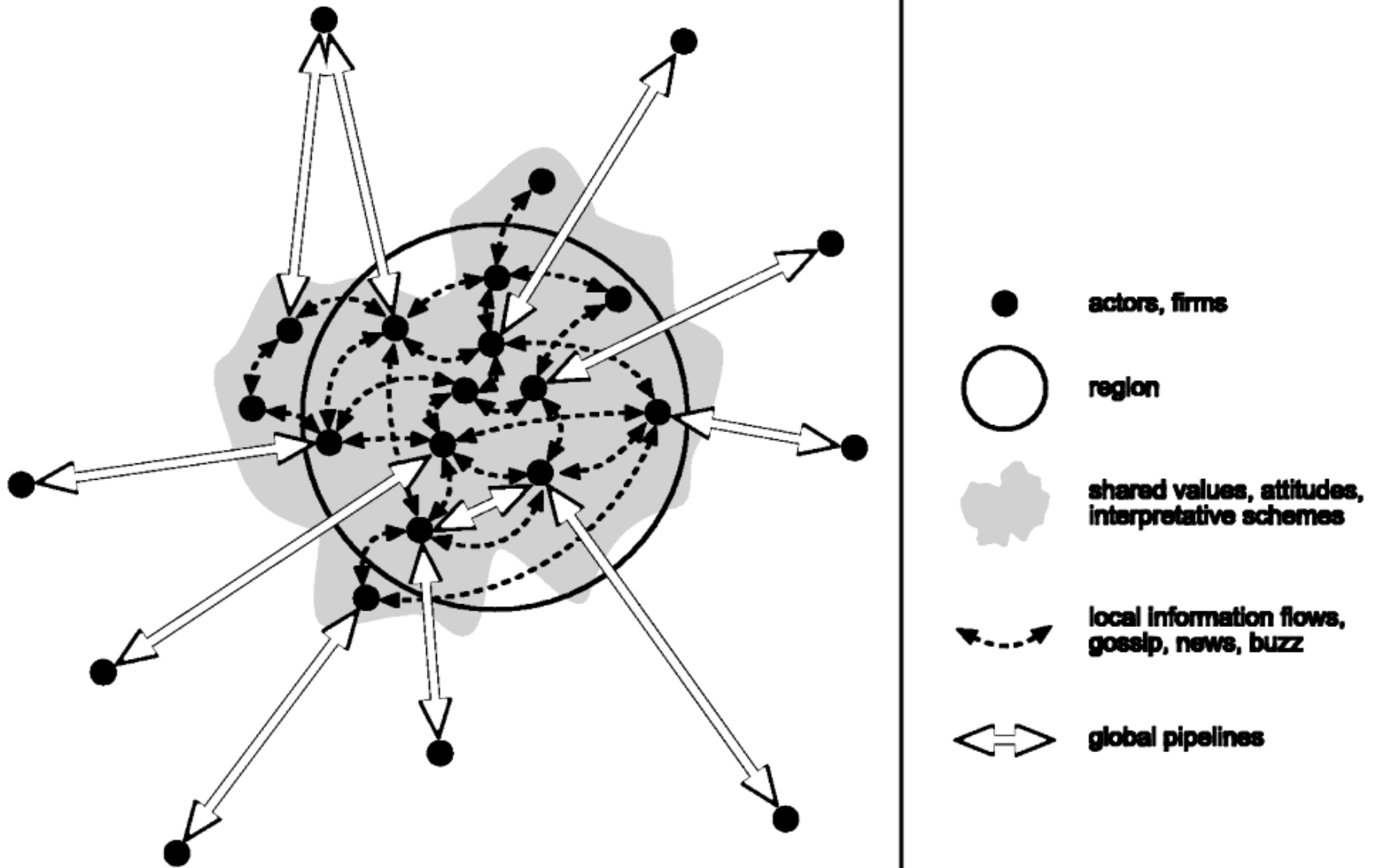
(Porter, 2000, p.16)

“A cluster is a connection of horizontal, vertical and lateral **value adding activities** contributed by different actors in proximity to one another which all act in relation to a specific industry. Together the actors are building a value adding web which defines the boundaries of the cluster. Direct and indirect interactions take place between these actors which may be reflected in strong, medium or weak links.”

(Brown et al. 2007)



# Clusters: local buzz and global pipelines



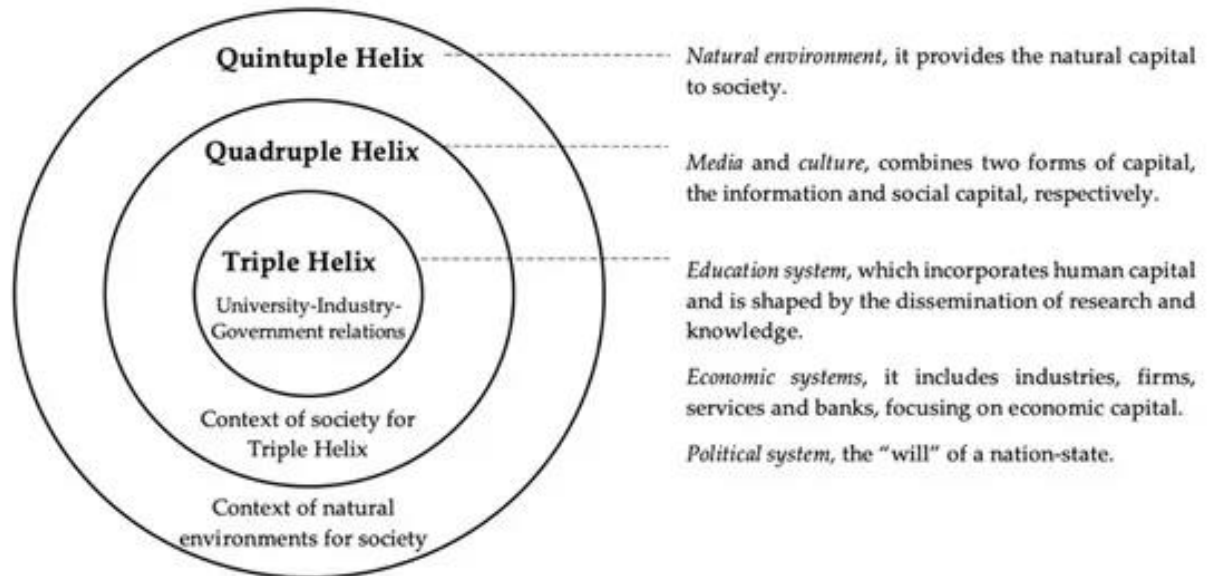


# N-tuple (Triple, Quadruple, Quintuple) helix innovation model

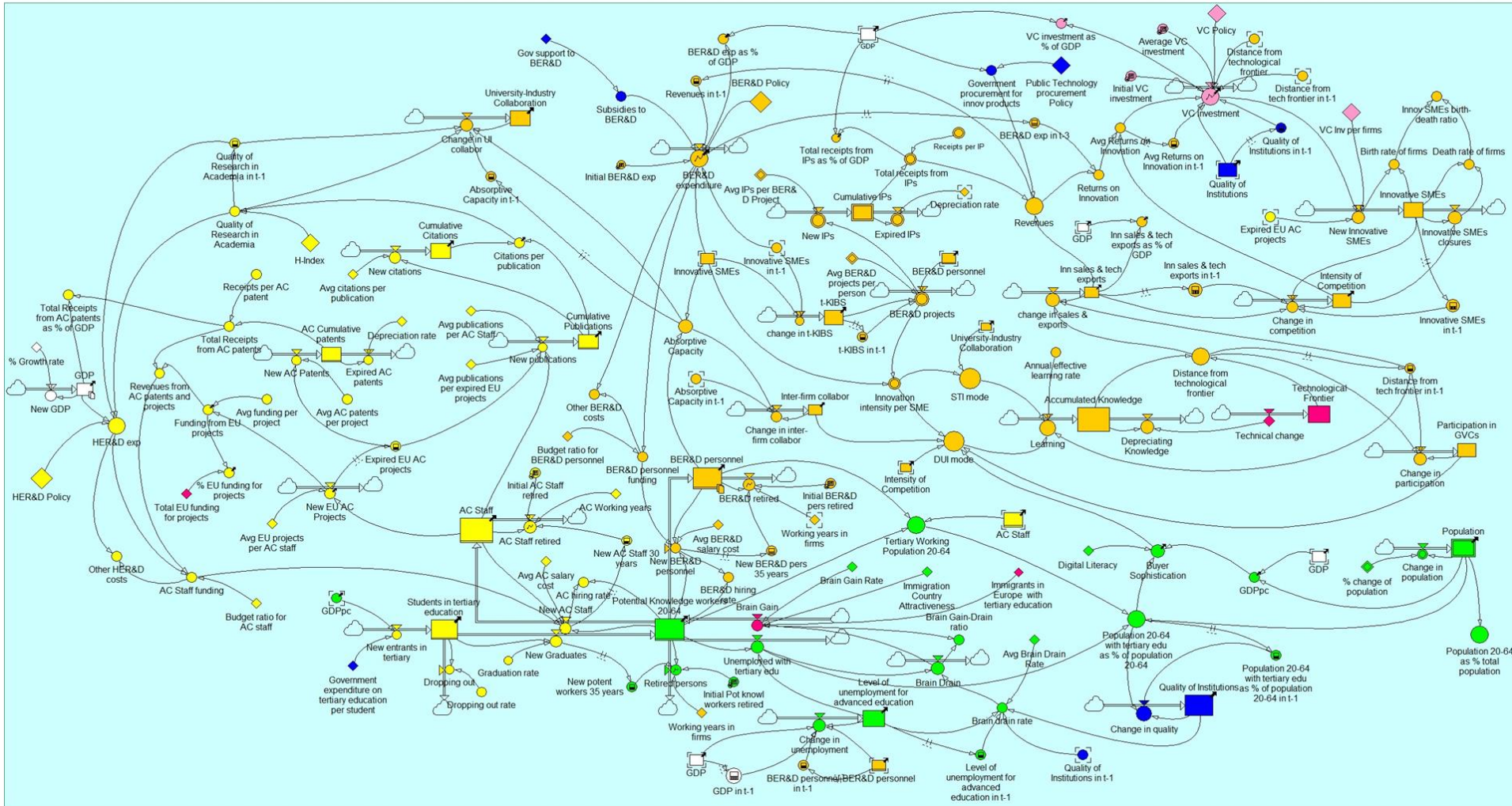
- Government – Industry – University (**Triple**) (Etzkowitz & Leydesdorff 2000)
- Government – Industry – University – **Society** (**Quadruple**) (Carayannis & Campbell 2009)
- Government – Industry – University – Society – **Environment** (**Quintuple**) (Carayannis et al. 2012)



DNA helix



# NIS as a system of five interacting helices (government, industry, academia, society and finance)



Source: Vetsikas, Stamboulis & Georgatzi (2024)

# Literature

- Benzell, Seth and Erik Brynjolfsson (2019) "[Digital Abundance and Scarce Genius: Implications for Wages, Interest Rates, and Growth.](#)" NBER Working Paper No. 25585, issued February.
- Brynjolfsson, Erik and Avinash Collis (2019) "[How Should We Measure the Digital Economy?](#)" Harvard Business Review, 97(6): 140-48. doi: 10.1257/aer.2017049
- **Brynjolfsson Eric, McAfee Andrew (2016) Η θαυμαστή εποχή της νέας τεχνολογίας: Εργασία, πρόοδος και ευημερία στα χρόνια των έξυπνων τεχνολογιών, ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΚΡΙΤΙΚΗ**
- Bathelt, H., Malmberg, A. and Maskell, P. (2004) "Clusters and knowledge: Local buzz, global pipelines and the process of knowledge creation". *Progress in Human Geography*, 28 (1), pp. 31-56
- **Cohen W.M. and Levinthal D.A. (1990) Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation, Administrative Science Quarterly, Vol. 35, No. 1, Special Issue: Technology, Organizations, and Innovation pp. 128-152**
- Edquist, C. (2005) "Systems of Innovation Perspectives and Challenges", in Fagerberg J. et al. (eds) The Oxford Handbook of Innovation, Oxford University Press, Oxford, pp. 181-208
- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: from National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of university–industry–government relations. *Research policy*, 29(2), 109-123.
- Freeman, C. 1995. The 'National System of Innovation' in historical perspective, *Cambridge Journal of Economics*, vol. 19, 5–24
- Freeman, C. 2002. Continental, national and sub-national innovation systems—complementarity and economic growth, *Research Policy*, vol. 31, 191–211
- **Freeman and Perez (1998) "Structural Crises of Adjustment: Business Cycles and Investment Behaviour", in Dosi, G. et al. (eds) Technical Change and Economic Theory, London, Pinter, pp. 38-66**
- Hall B.H. (2005) "Innovation and Diffusion", in Fagerberg J et al. (eds) The Oxford Handbook of Innovation, Oxford University Press, Oxford, pp. 459-484
- Perez, C. (2005) "Respecialisation and the deployment of the ICT paradigm: An essay on the present challenges of globalisation", in Compano et al., 2007, *The Future of the Information Society in Europe: Contributions to the Debate*, Technical Report EUR22353EN, IPTS, Joint Research Centre, Directorate General, European Commission).
- Perez, C. (2009) "Technological revolutions and techno-economic paradigms", TOC/TUT WP No. 20, Working Papers in Technology Governance and Economic Dynamics The Other Canon Foundation, Norway and Tallinn University of Technology, Tallinn
- **Perez, C. and L. Soete (1988) "Catching up in Technology: Entry Barriers and Windows of Opportunity", in Dosi et al. (eds), pp. 458-479**
- Zurbano, M. (2005) 'Services, networks and territory: The case of MCC in the Basque Country', *The Service Industries Journal*, 25: 4, pp.547 — 561