

# Μακροχρόνιος Ενεργειακός Σχεδιασμός στο πλαίσιο των στόχων για την Κλιματική Αλλαγή

Καθηγητής Παντελής Κάπρος  
E3MLab , Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Οκτώβριος 2009

## Οι στόχοι για την κλιματική πολιτική

---

- ▶ Ο περιορισμός της αύξησης της θερμοκρασίας σε 2° C επιβάλλει δραστική μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub>
- ▶ Ήδη η ΕΕ θεσμοθέτησε τους στόχους για το 2020: -20% για τα GHG (-21.5% για ETS με δημοπράτηση των αδειών εκπομπής), 20% για τις ΑΠΕ, 20% για την εξοικονόμηση ενέργειας (προαιρετικά)
- ▶ Ο στόχος για τα GHG θα φθάσει το 30% εφόσον επιτύχει η σύνοδος της Κοπεγχάγης
- ▶ Οι ΗΠΑ, η Ιαπωνία, η Αυστραλία υιοθετούν για πρώτη φορά φιλόδοξους στόχους μείωσης των εκπομπών
- ▶ Για το 2050, η ΕΕ θεωρεί στόχο μείωσης των εκπομπών μεταξύ 65 και 75%, από το 1990

# Χρήση των E<sup>3</sup> μοντέλων του ΕΜΠ

---

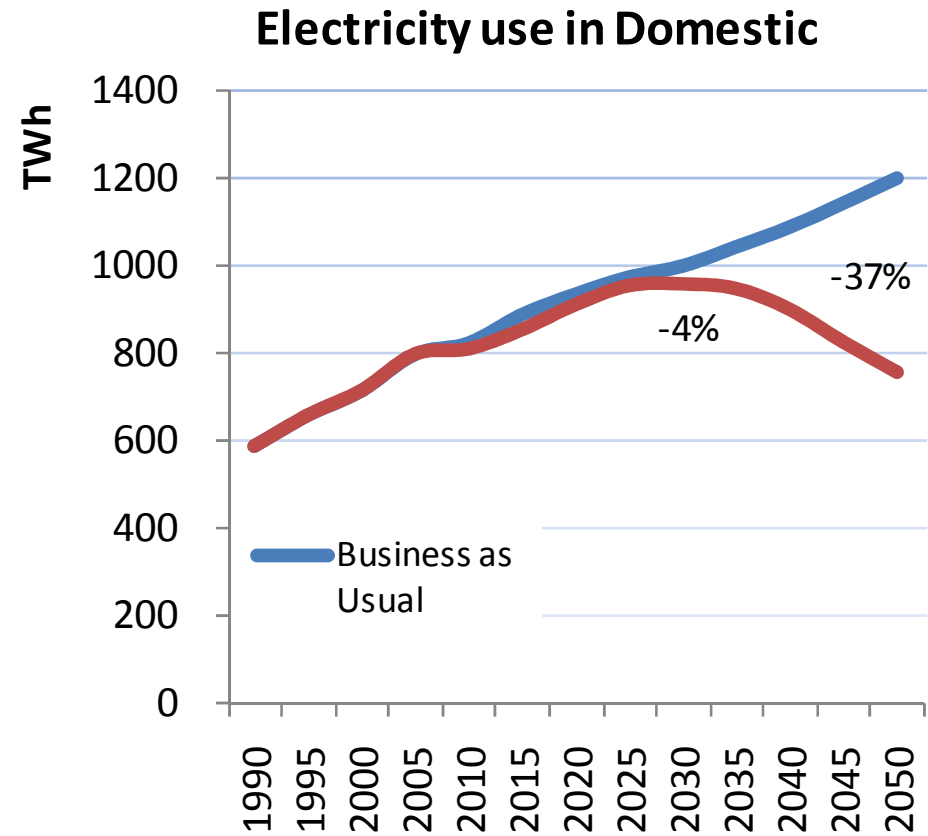
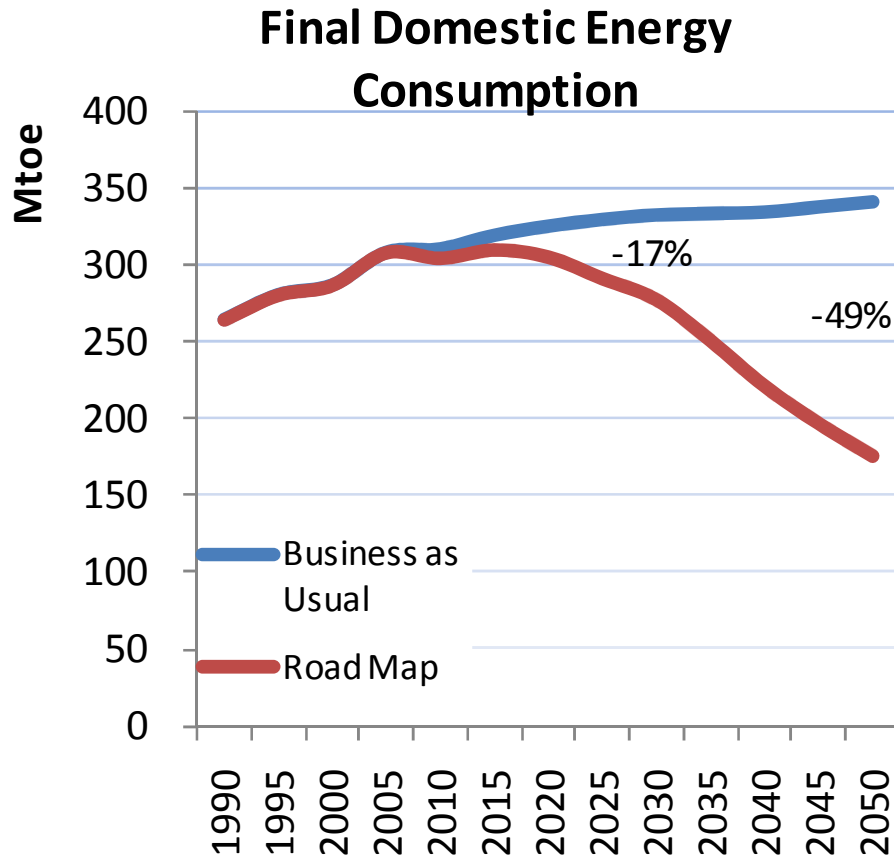
1. PRIMES (ενεργειακή αγορά Ευρώπη 37 χώρες)
2. GEM-E3 (γενική οικονομική ισορροπία, παγκόσμιο)
3. Prometheus (παγκόσμια ενεργειακή αγορά)
  - ▶ Ανάλυση της πολιτικής 20-20-20 και προσδιορισμός των στόχων κατά χώρα (2007-2008)
  - ▶ Προετοιμασία της συνόδου της Κοπεγχάγης
    - ▶ Νέο Σενάριο Αναφοράς για την ΕΕ μετά την Κρίση (Οκτ. 2009)
    - ▶ Σενάρια νέας Οδηγίας για Ενεργειακή Αποτελεσματικότητα
    - ▶ Σενάρια διεθνούς συνεργασίας για την Κλιματική Αλλαγή
  - ▶ EURELECTRIC - 2009
    - ▶ Οδικός Χάρτης για μηδενικές εκπομπές CO<sub>2</sub> από ηλεκτροπαραγωγή μέχρι το 2050, με μείωση των εκπομπών συνολικά κατά 75% και εξηλεκτρισμός των οδικών μεταφορών

# Οδικός Χάρτης για -75% CO<sub>2</sub> το 2050

---

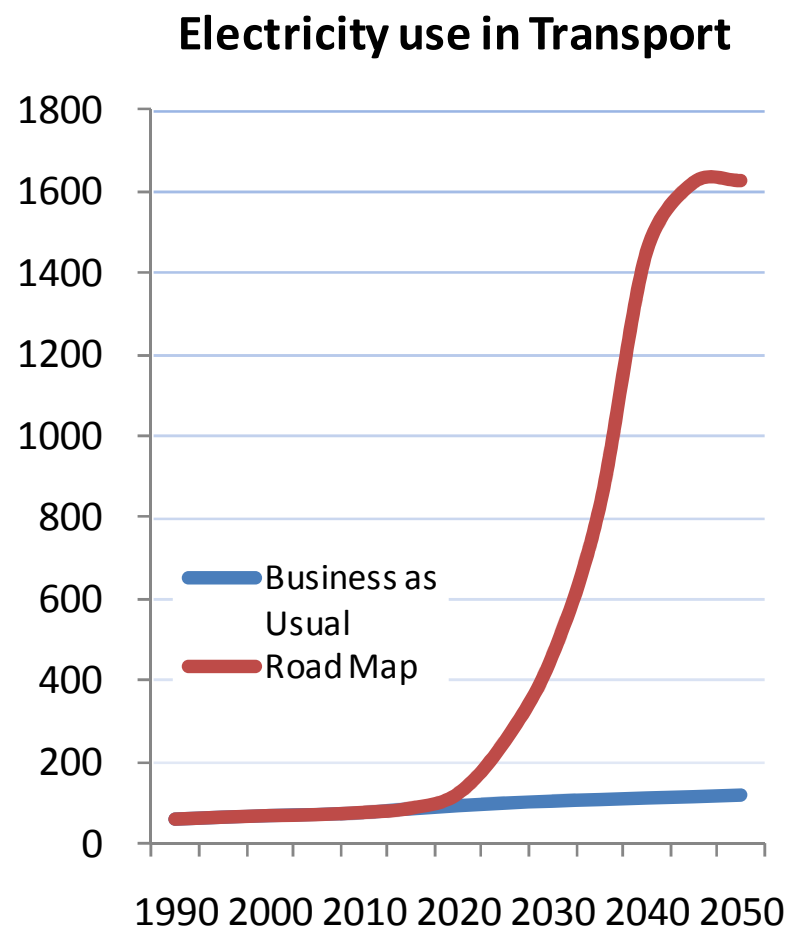
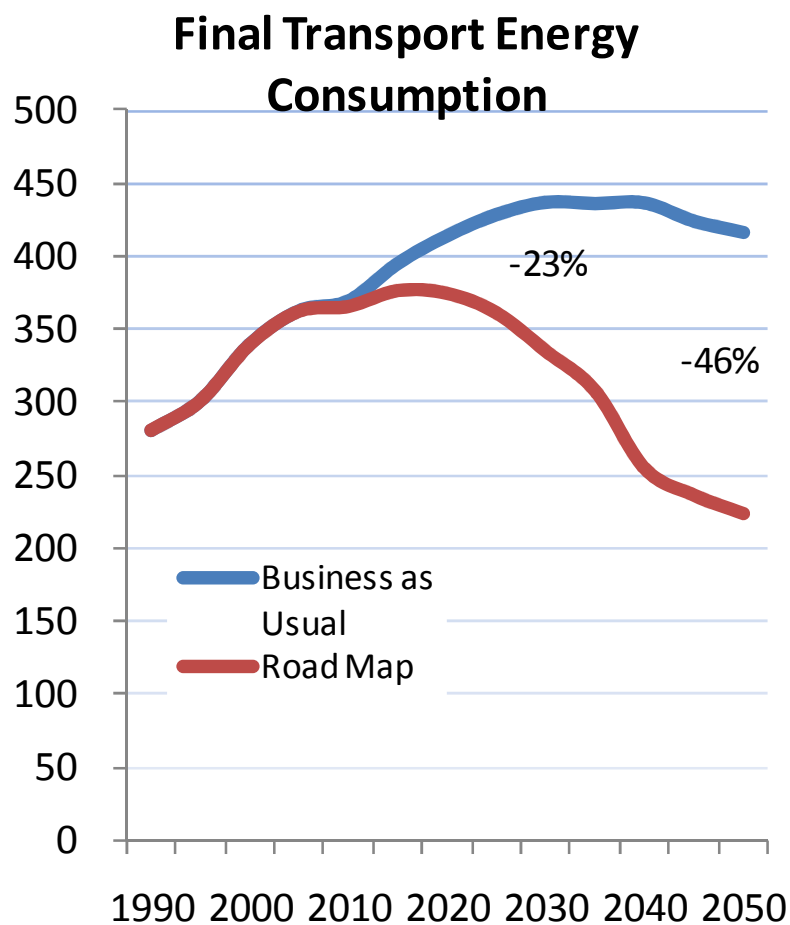
- ▶ Εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια, οικίες, φωτισμός, ηλεκτρικές συσκευές, αντλίες θερμότητας
  - ▶ -17% το 2030 από τρέχουσες τάσεις
  - ▶ -50% το 2050
- ▶ Εξηλεκτρισμός των οδικών μεταφορών
  - ▶ 25% το 2030
  - ▶ 90% το 2050
- ▶ ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή
  - ▶ 35% το 2030
  - ▶ 39% το 2050
- ▶ CCS
  - ▶ 45 GW το 2030
  - ▶ 85% του CO<sub>2</sub> το 2050
- ▶ Πυρηνική ενέργεια
  - ▶ Διατήρηση της ισχύος μέχρι το 2030 (128 GW)
  - ▶ Επέκταση στα 161 GW το 2050 (135 GW το 2005)

# Εξοικονόμηση ενέργειας και ηλεκτρισμού σε όλους τους τομείς, ιδίως στα νοικοκυριά και τον τριτογενή τομέα



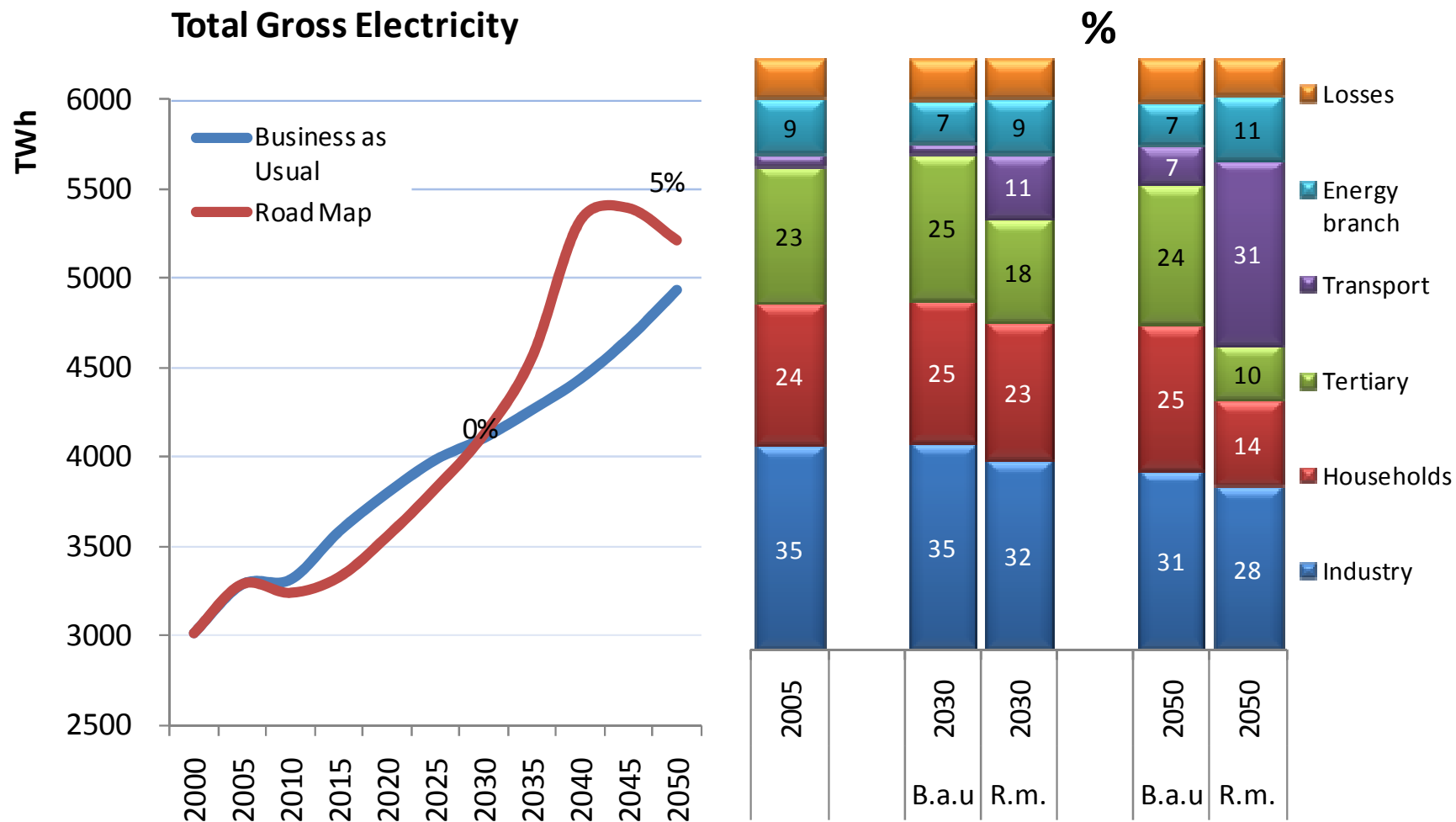
PRIMES, 2009 – EU27

# Βελτίωση της ενεργειακής αποτελεσματικότητας των μεταφορών και εξηλεκτρισμός των οδικών μεταφορών

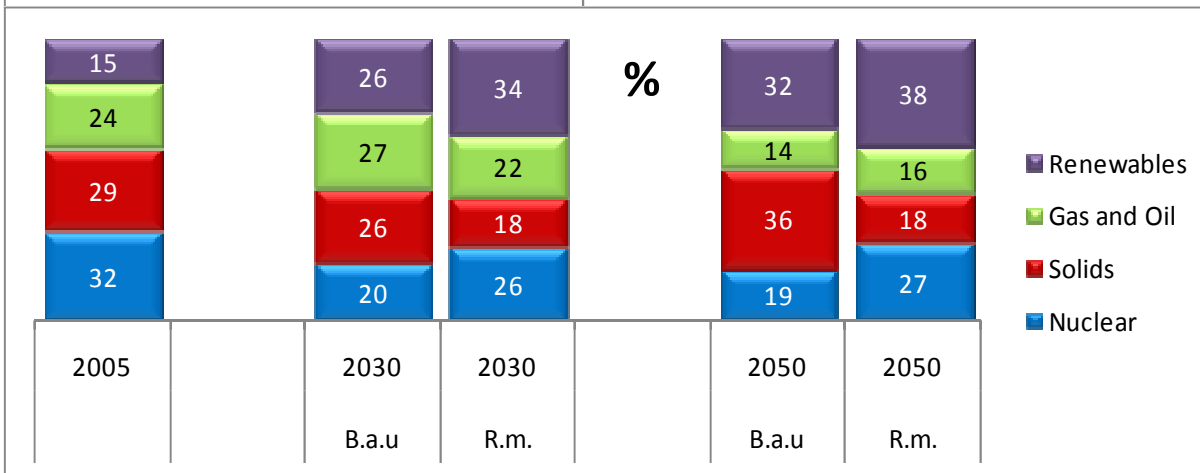
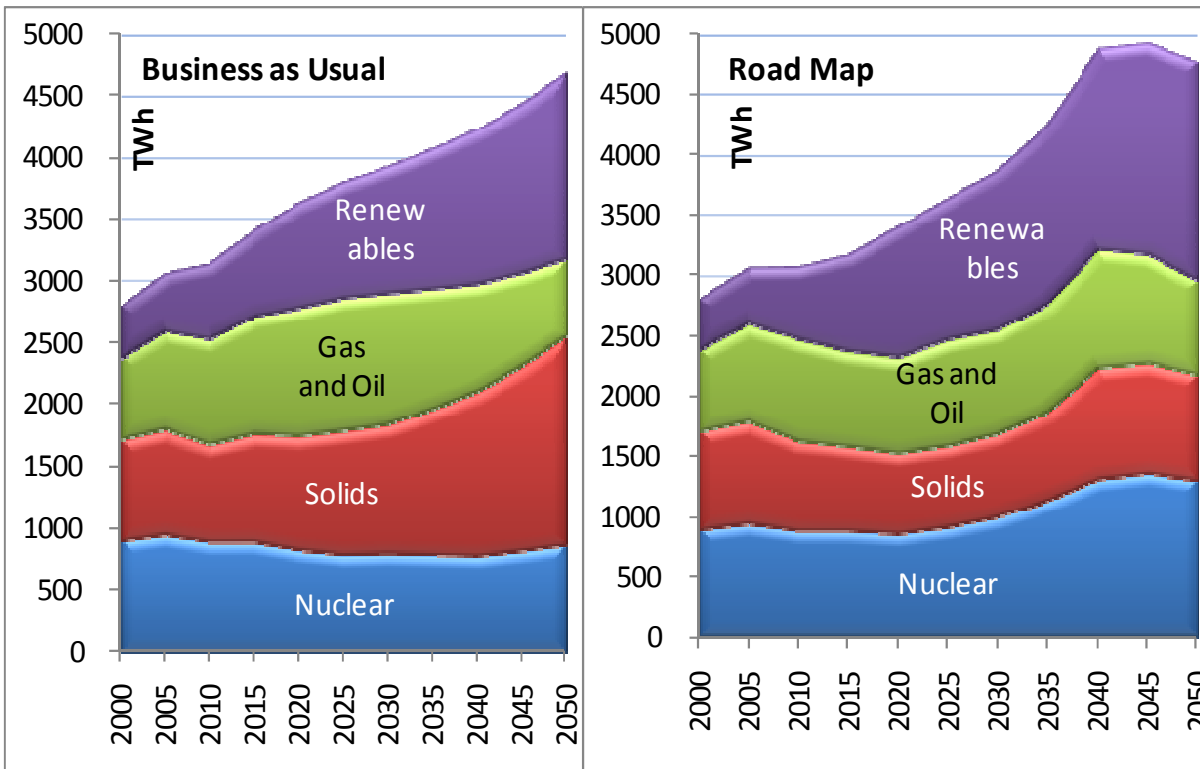


PRIMES, 2009 – EU27

# Η εξοικονομούμενη ηλεκτρική ενέργεια αντικαθίσταται από θεαματική αύξηση της κατανάλωσης στις μεταφορές



PRIMES, 2009 – EU27

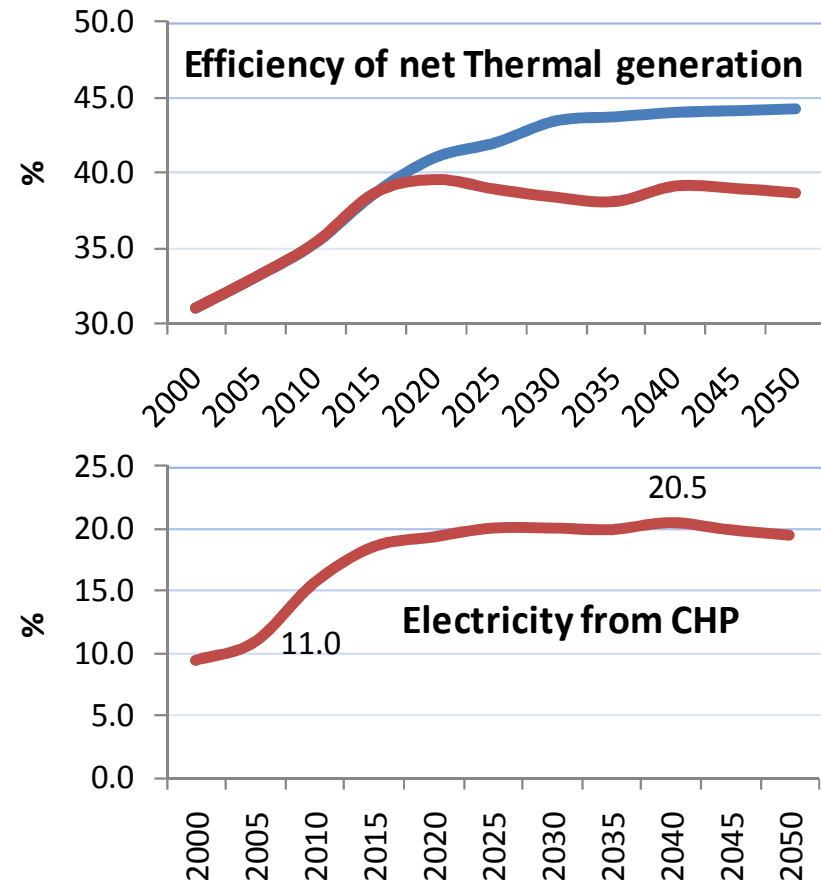
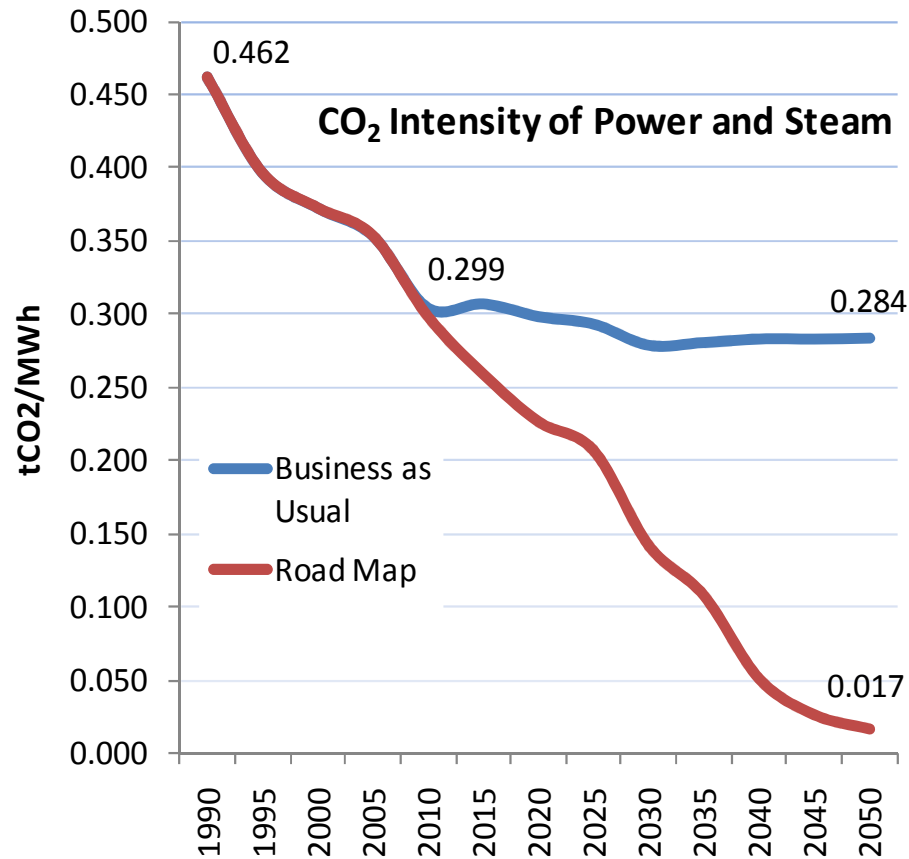


## Αλλαγή στη δομή της ηλεκτροπαραγωγής

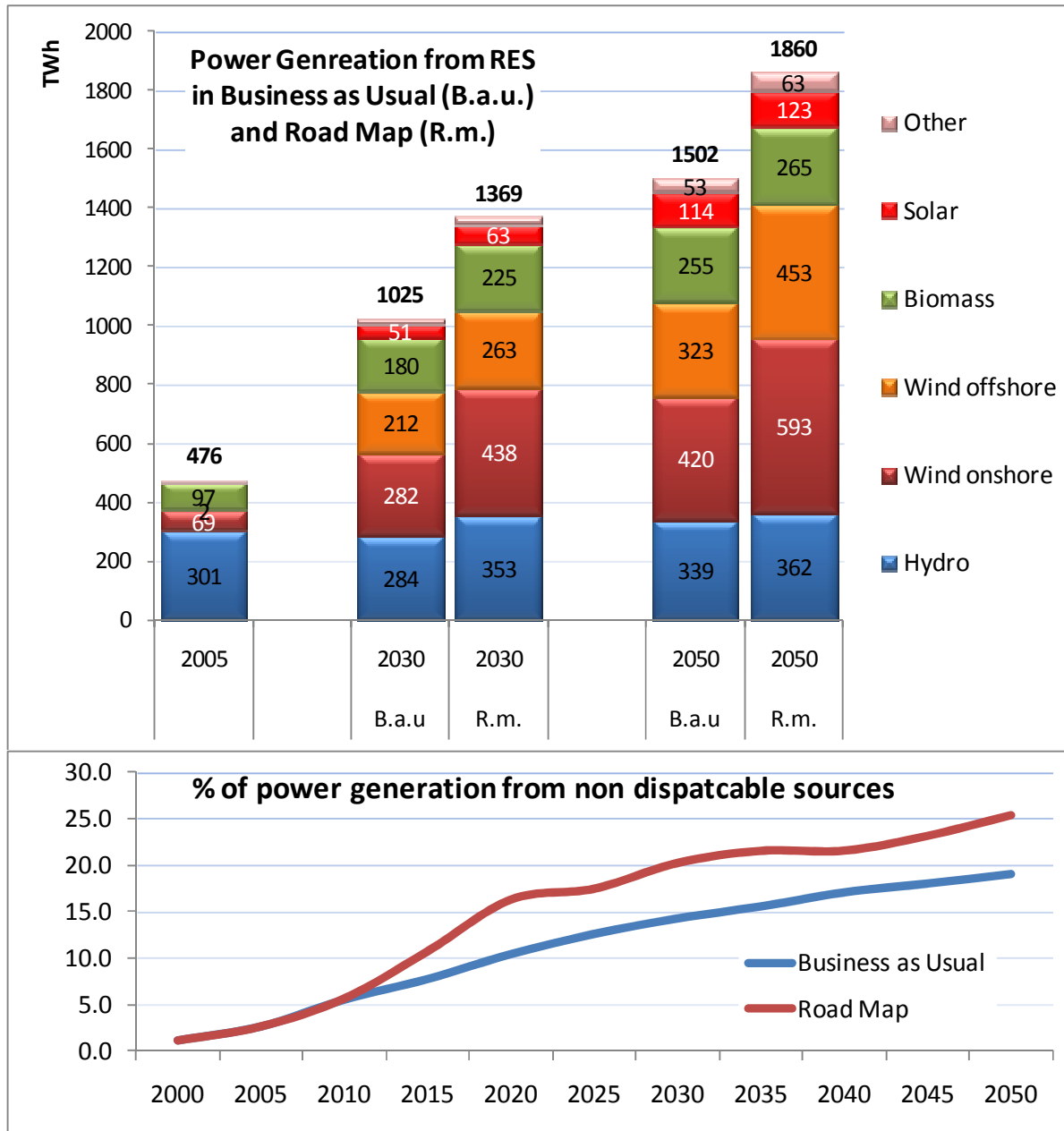
- Σημαντική μεγέθυνση των ΑΠΕ
- Διατήρηση της ηλεκτροπαραγωγής από φυσικό αέριο
- Μείωση ηλεκτροπαραγωγής από στερεά καύσιμα για τα οποία εφαρμόζεται CCS
- Επέκταση της πυρηνικής ενέργειας μετά το 2030

**PRIMES, 2009 – EU27**

# Σχεδόν μηδενικές εκπομπές CO<sub>2</sub> το 2050 από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και ατμού



PRIMES, 2009 – EU27



## ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή

- Μεγάλη επιτάχυνση των επενδύσεων σε αιολική ενέργεια στην ξηρά και στη θάλασσα
- Σημαντικός ρόλος της βιομάζας (ιδίως και με CHP) για την οποία απαιτούνται ενεργειακές καλλιέργειες
- 63 GW ηλιακά το 2030 και 123 GW το 2050
- Επενδύσεις στα δίκτυα για 25% ηλεκτροπαραγωγή το 2050 από μη κατανεμόμενες μονάδες

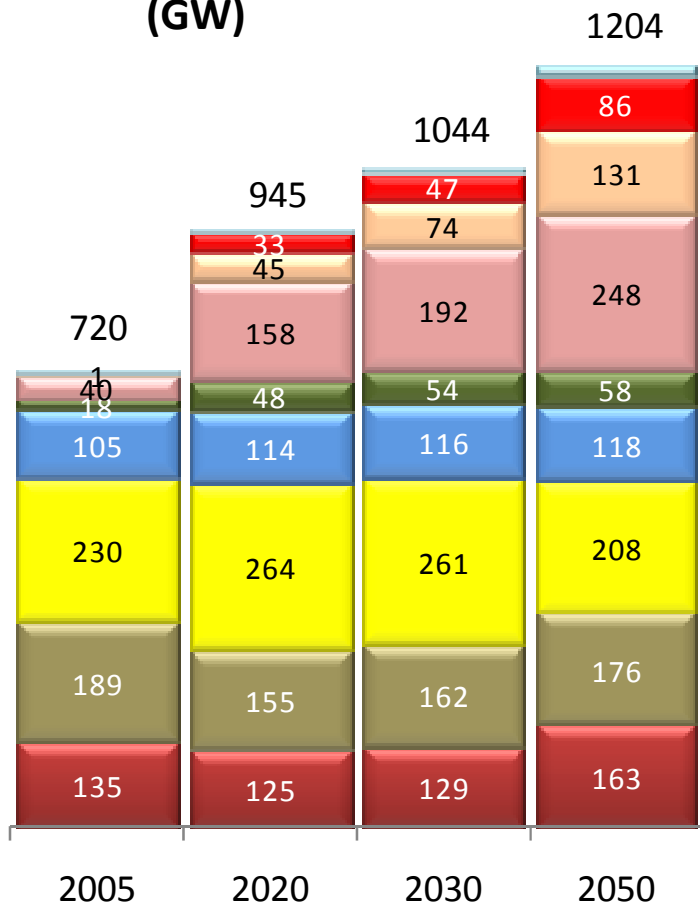
**PRIMES, 2009 – EU27**

Oct. 2009

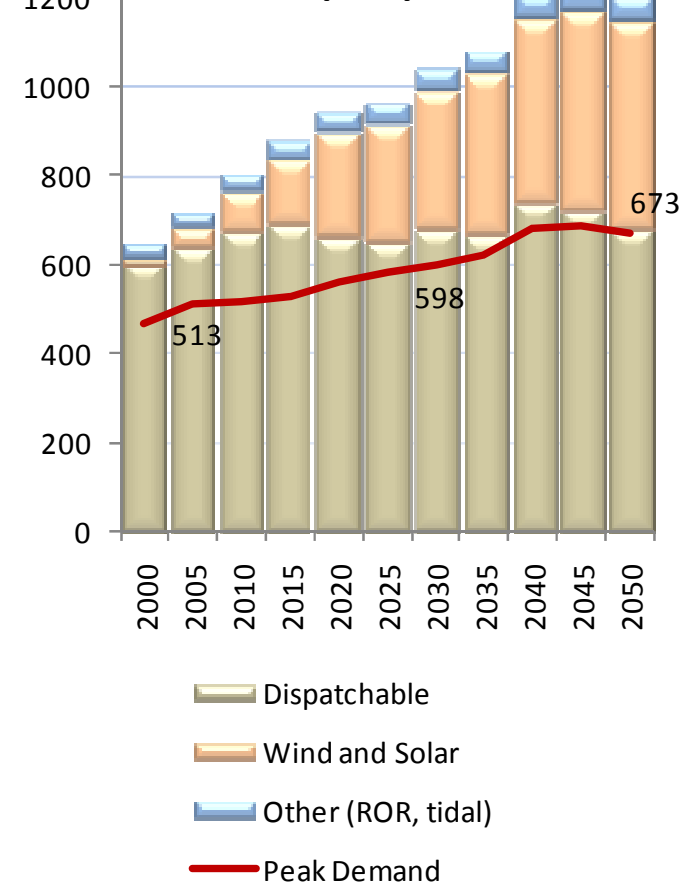
*E<sup>3</sup>M - Lab*

# Σημαντικές επενδύσεις σε ΑΠΕ, CCS, πυρηνικά μετά το 2030 και φυσικό αέριο

**Net Power Capacity (GW)**

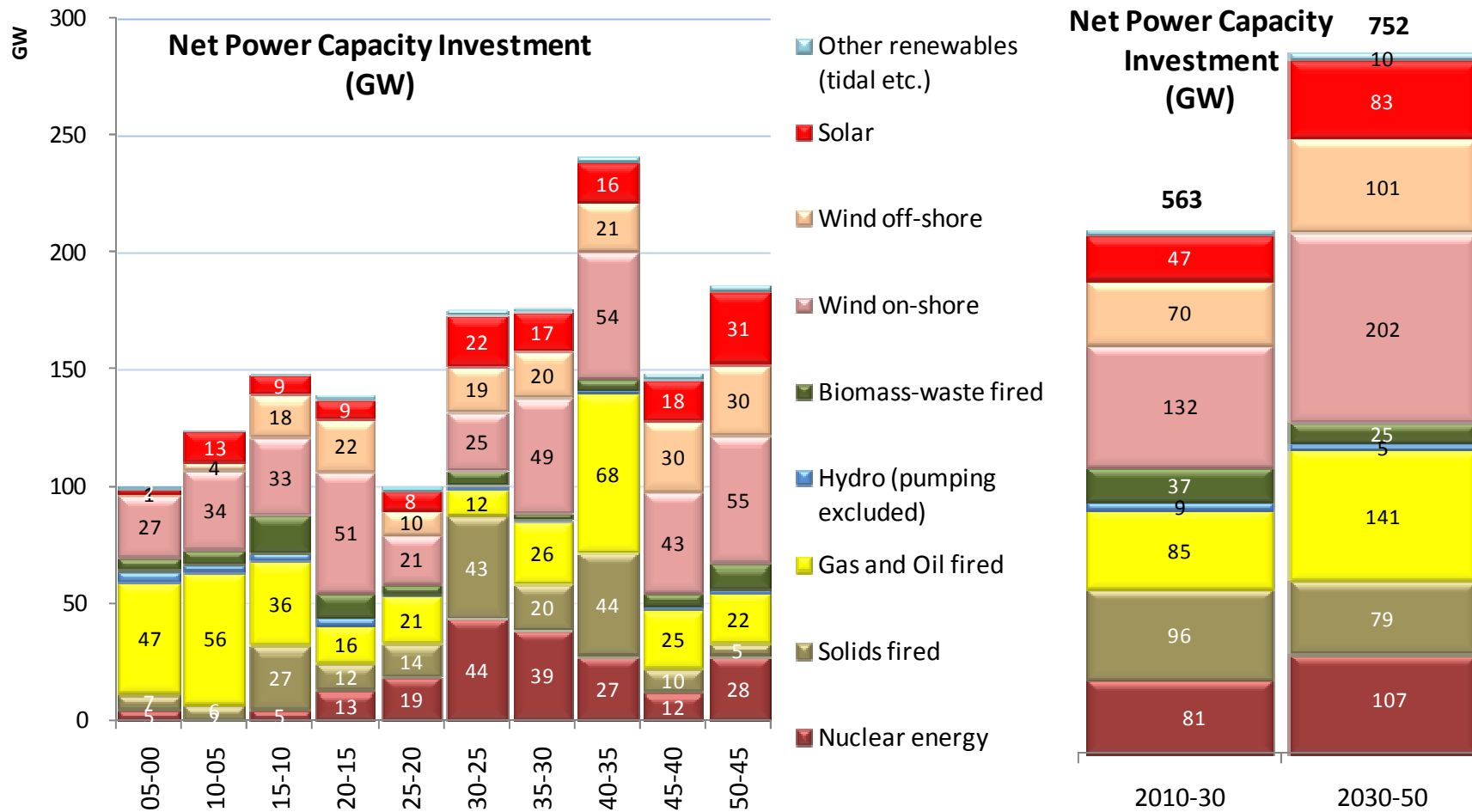


**Net Power Capacity (GW)**



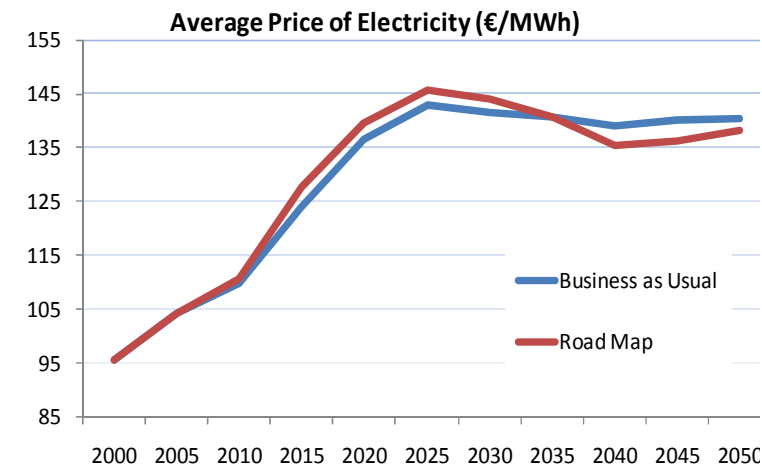
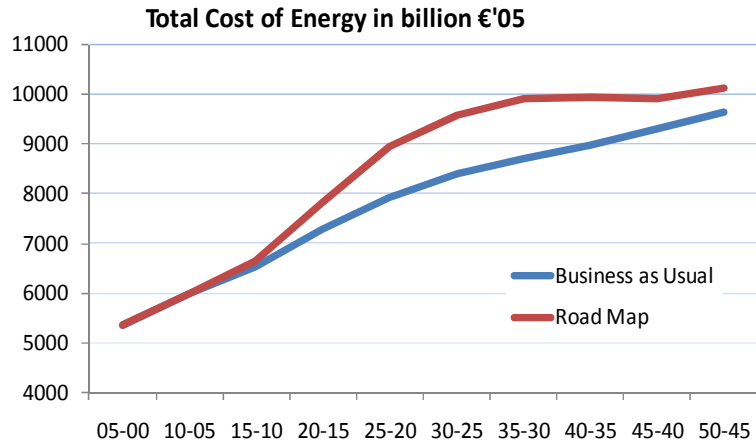
PRIMES, 2009 – EU27

Επενδύσεις: ΑΠΕ (334 GW αιολικά, 130 GW ηλιακά, 63 GW βιομάζα), CCS στερεών καυσίμων (125 GW), πυρηνικά (188 GW) και φυσικό αέριο (220 GW, εκ των οποίων 94 GW με CCS)



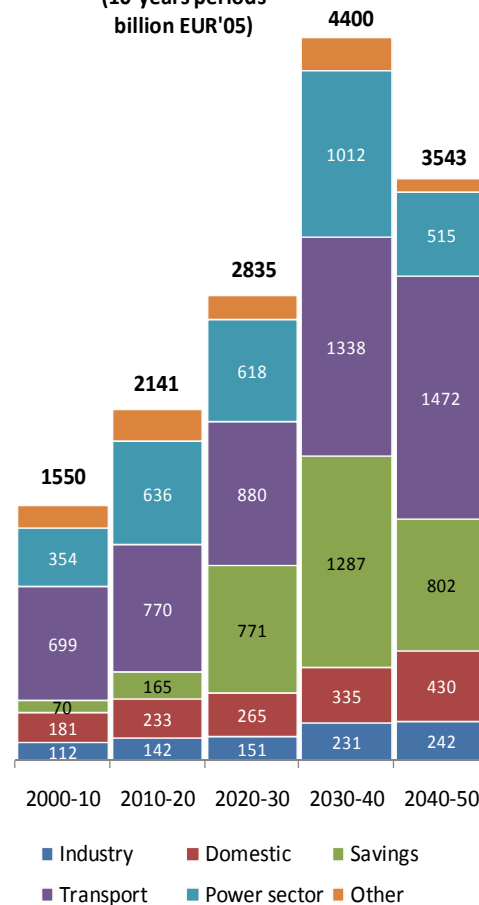
PRIMES, 2009 – EU27

# Επιπτώσεις στο κόστος και τις τιμές της ενέργειας



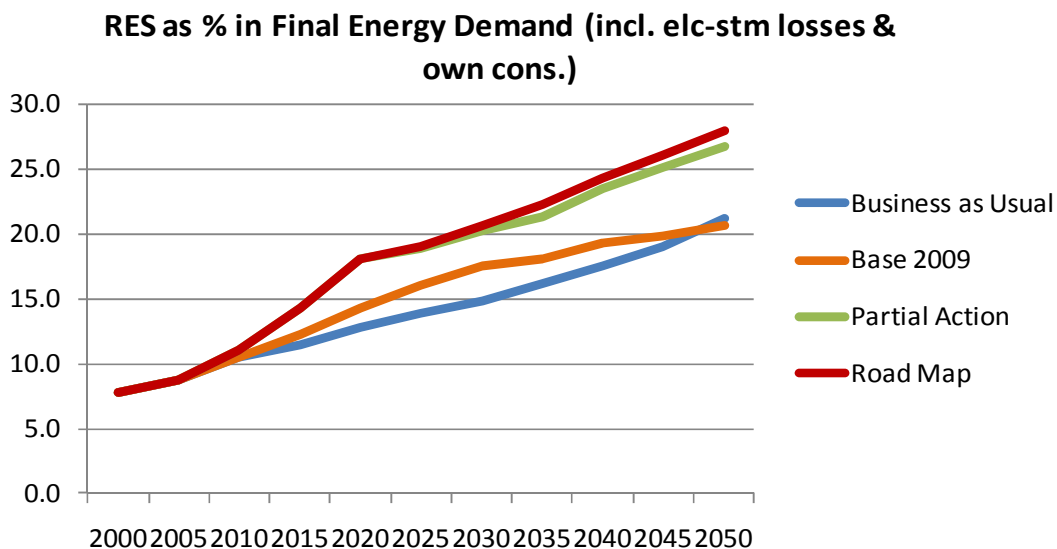
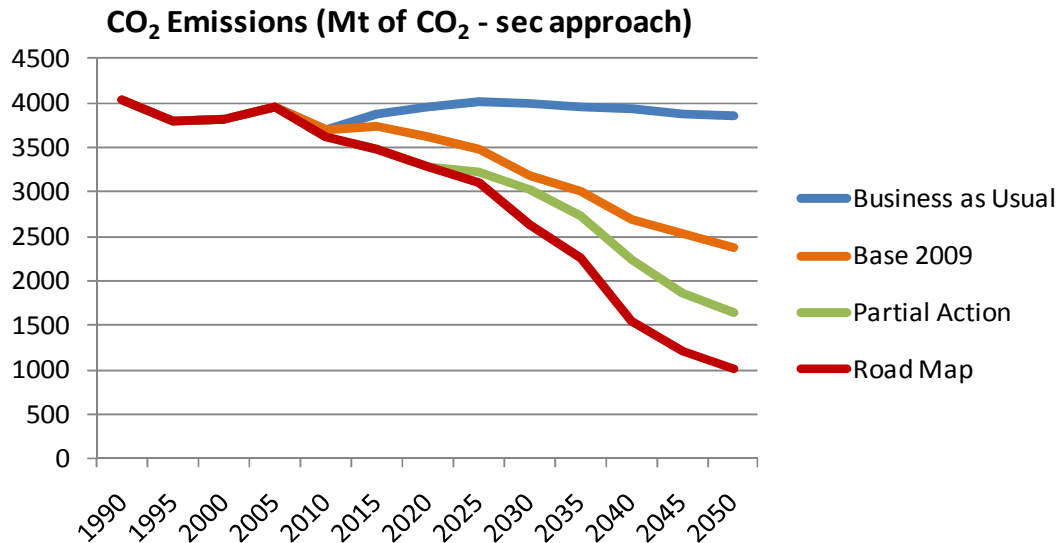
## Investment Expenditure

(10-years periods billion EUR'05)



- Το συνολικό κόστος των ενεργειακών υπηρεσιών (περιλαμβανομένων των επενδύσεων εξοικονόμησης ενέργειας) αυξάνει κατά μέσο όρο 8-9% από το σενάριο αναφοράς
- Οι τιμές ηλεκτρικής ενέργειας θα είναι αυξημένες από σήμερα αλλά αυξάνουν λίγο σχετικά με το σενάριο αναφοράς λόγω της εξομάλυνσης της καμπύλης φορτίου, χάρις στον εξηλεκτρισμό των μεταφορών
- Συνολικές επενδύσεις ηλεκτροπαραγωγής περίπου 2 τρις Ευρώ (11% περισσότερο από το σενάριο αναφοράς)
- Συνολικές επενδύσεις περίπου 14 τρις Ευρώ'05 μέχρι το 2050, εκ των οποίων 3 τρις σε εξοικονόμηση ενέργειας

PRIMES, 2009 – EU27



**PRIMES, 2009 – EU27**

## Στόχοι για τις εκπομπές και τις ΑΠΕ

Η ανάλυση για τον Οδικό Χάρτη περιλαμβάνει μελέτη διαφόρων σεναρίων με διαφορετικούς στόχους.

Έγιναν επίσης αναλύσεις ευαισθησίας σχετικά με τις υποθέσεις για το CCS, την πυρηνική ενέργεια, τα αιολικά κλπ.

Για παράδειγμα προέκυψε ότι τυχόν καθυστέρηση του CCS με απώλεια της δεκαετίας 2020-30 έχει σημαντική επίπτωση στο κόστος προσαρμογής

# Συμπεράσματα

---

- ▶ Είναι εφικτός ο στόχος μηδενισμού των εκπομπών CO<sub>2</sub> από την ηλεκτροπαραγωγή στο πλαίσιο ενός σεναρίου με στόχο μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου κατά 75% στην ΕΕ από το επίπεδο του 1990
- ▶ Είναι κομβικής σημασίας η εξοικονόμηση ενέργειας σε όλους τους τομείς και ο εξηλεκτρισμός των μεταφορών: ο συνδυασμός αυτός οδηγεί σε ελάχιστη δυνατή επιβάρυνση του κόστους για την επίτευξη των στόχων
- ▶ Κεντρικό ρόλο στην ηλεκτροπαραγωγή θα έχουν οι ΑΠΕ, το CCS και η διατήρηση (με κάποια επέκταση μετά το 2030) της πυρηνικής ισχύος της ΕΕ. Ο σημαντικός ρόλος του φυσικού αερίου παραμένει.
- ▶ Ο Οδικός Χάρτης περιλαμβάνει μεγάλη αναδιάρθρωση του ενεργειακού συστήματος, τόσο στη ζήτηση όσο και στην προσφορά, και απαιτεί σημαντικές επενδύσεις

Ευχαριστώ για την προσοχή σας

<http://www.e3mlab.ntua.gr>

[kapros@central.ntua.gr](mailto:kapros@central.ntua.gr)