



Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας



“Energy resources: Technologies & Management”

Κεφάλαιο 1: Ενέργεια και Άνθρακας

Δρ. Γεώργιος Σκόδρας
Αν. Καθηγητής



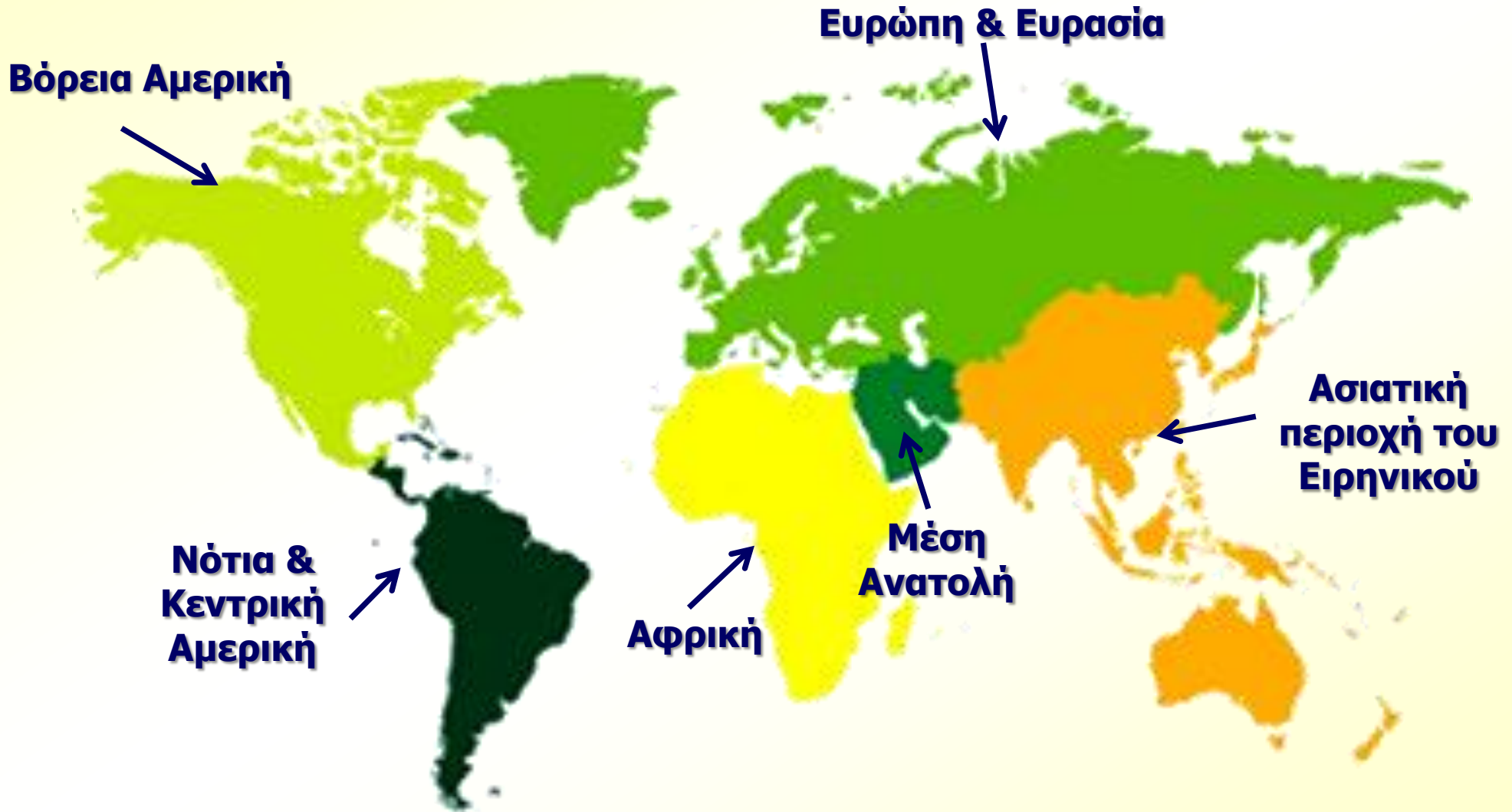
Ενέργεια και άνθρακας



- ❑ **Ενέργεια – Ενεργειακές πηγές και αποθέματα**
- ❑ **Ο άνθρακας ως εναλλακτική πηγή ενέργειας**
- ❑ **Παγκόσμια αποθέματα ανθράκων. Η εξέλιξη της παραγωγής και κατανάλωσης ανθράκων**
- ❑ **Φαινόμενο θερμοκηπίου και επιπτώσεις στην βιομηχανία άνθρακα**



Ενέργεια και άνθρακας





Ενέργεια και άνθρακας

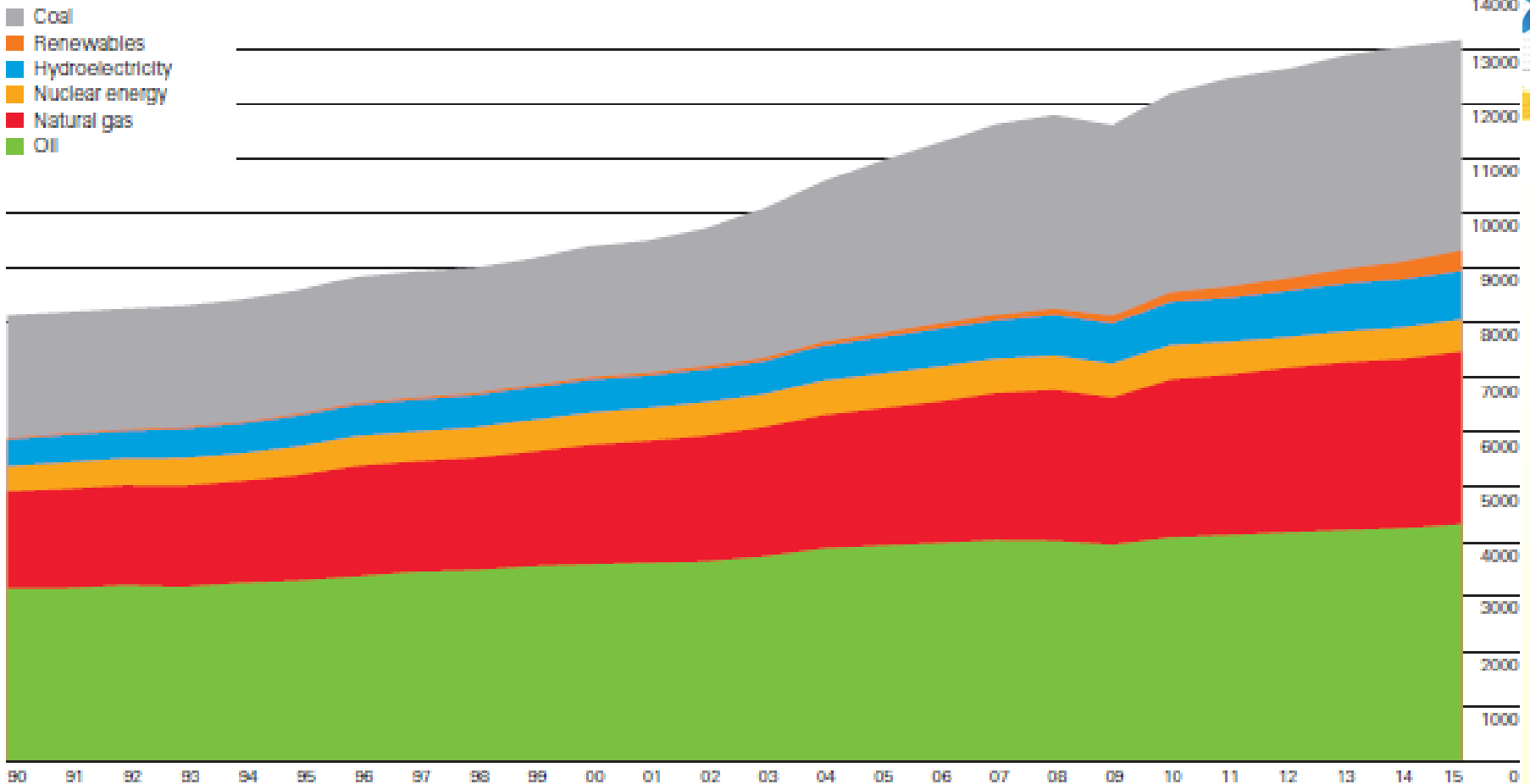


- ✓ Ως "**βεβαιωμένα αποθέματα**" χαρακτηρίζονται εκείνα που με τις τρέχουσες τιμές στην αγορά και με το παρόν επίπεδο τεχνολογικής εξέλιξης, είναι "**οικονομικά συμφέρουσα**" η εκμετάλλευσή τους



World consumption

Million tonnes of equivalent



- ✓ Η παγκόσμια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας αυξήθηκε το 2015 με ρυθμό μικρότερο του 1%, που είναι ο μικρότερος από το 1998
- ✓ Η αύξηση ήταν παντού (εκτός Ευρώπης-Ευρασίας) μικρότερη του μέσου όρου
- ✓ Η αύξηση για όλα τα καύσιμα (πλην πετρελαίου & πυρηνικών) ήταν μικρότερη του μέσου όρου
- ✓ Το πετρέλαιο παραμένει κυρίαρχο και αύξησε το μερίδιό του για πρώτη φορά από το 1998, ενώ το μερίδιό του άνθρακα έπεσε στο χαμηλότερο επίπεδο από το 2005
- ✓ Η συμμετοχή των ΑΠΕ στην παραγωγή ενέργειας εμφάνισε μέγιστο όλων των εποχών με 2,8% της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας

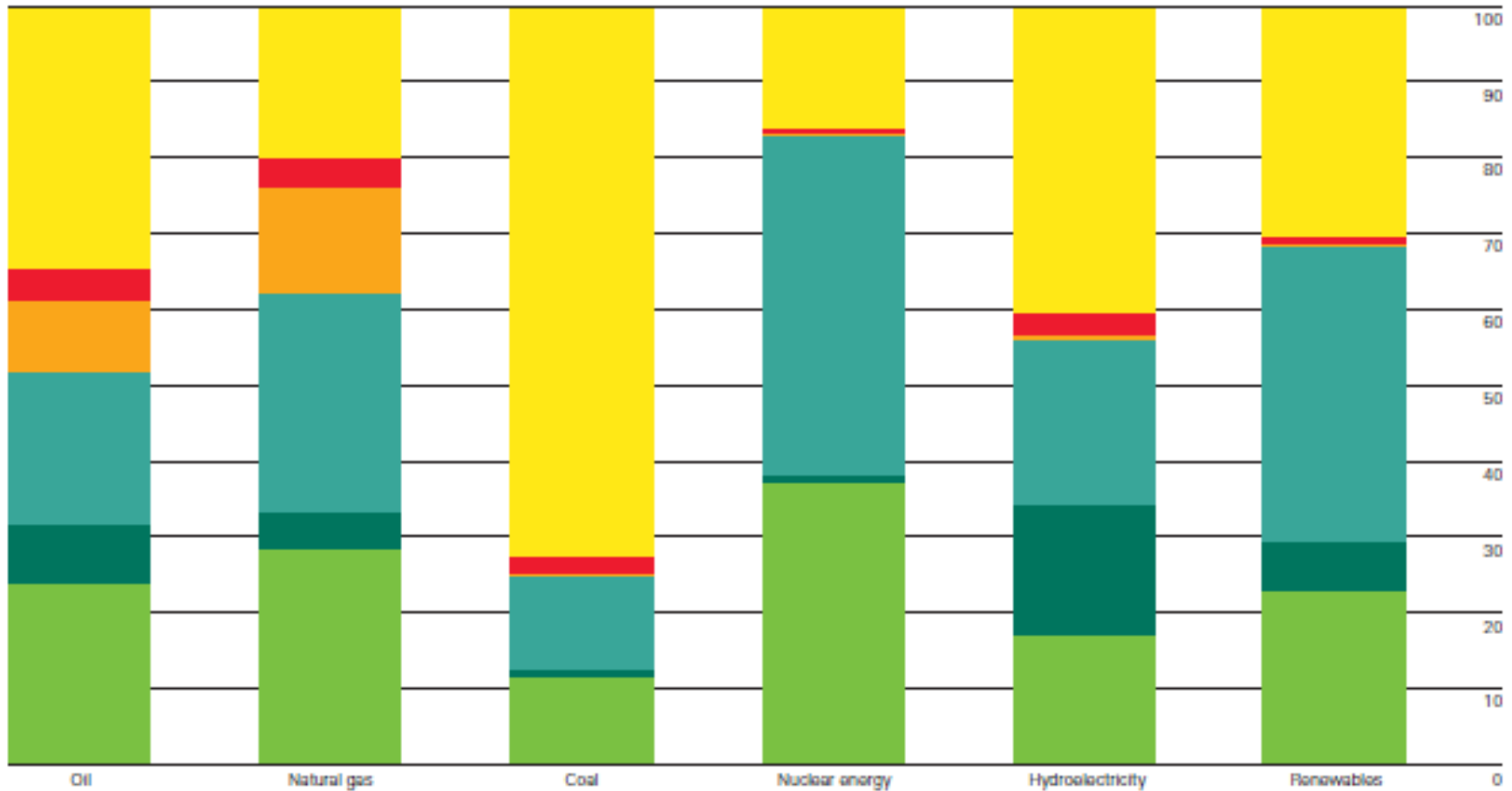


Fuel consumption by region 2015

Percentage

Asia Pacific
Africa
Middle East

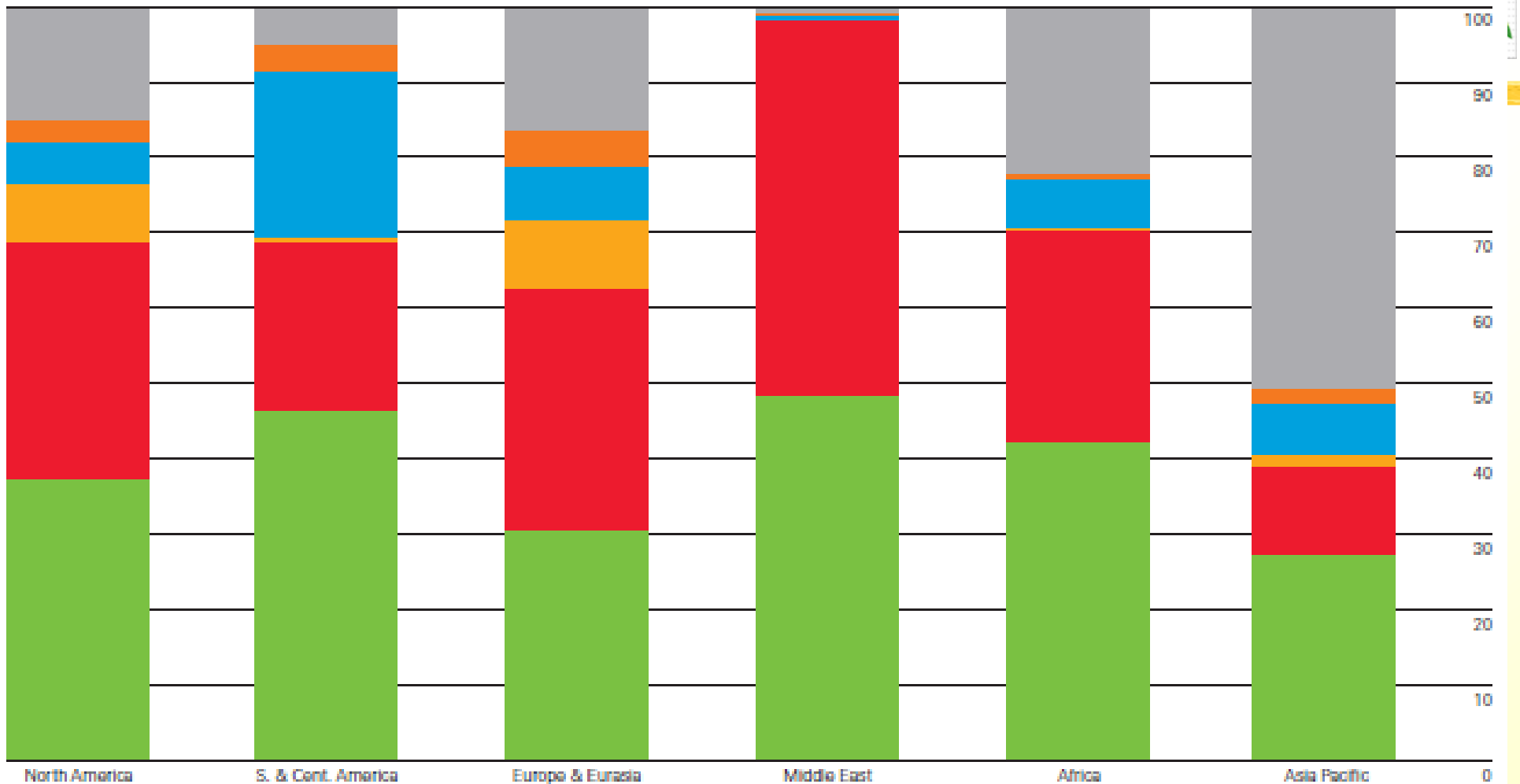
Europe & Eurasia
S. & Cent. America
North America



- ✓ Η Ασιατική περιοχή του Ειρηνικού είναι ο μεγαλύτερος καταναλωτής άνθρακα και υδροηλεκτρικής ενέργειας
- ✓ Η Ευρώπη & Ευρασία ο μεγαλύτερος καταναλωτής φυσικού αερίου, πυρηνικής ενέργειας και ανανεώσιμης ενέργειας
- ✓ Η Ασιατική περιοχή του Ειρηνικού κυριαρχεί στην κατανάλωση άνθρακα, με το 752,2% της παγκόσμιας κατανάλωσης
- ✓ Σε καμία περιοχή η κατανάλωση φυσικού αερίου δεν υπερβαίνει το 30 (Ευρώπη & Ευρασία 29,9%)

Regional consumption by fuel 2015

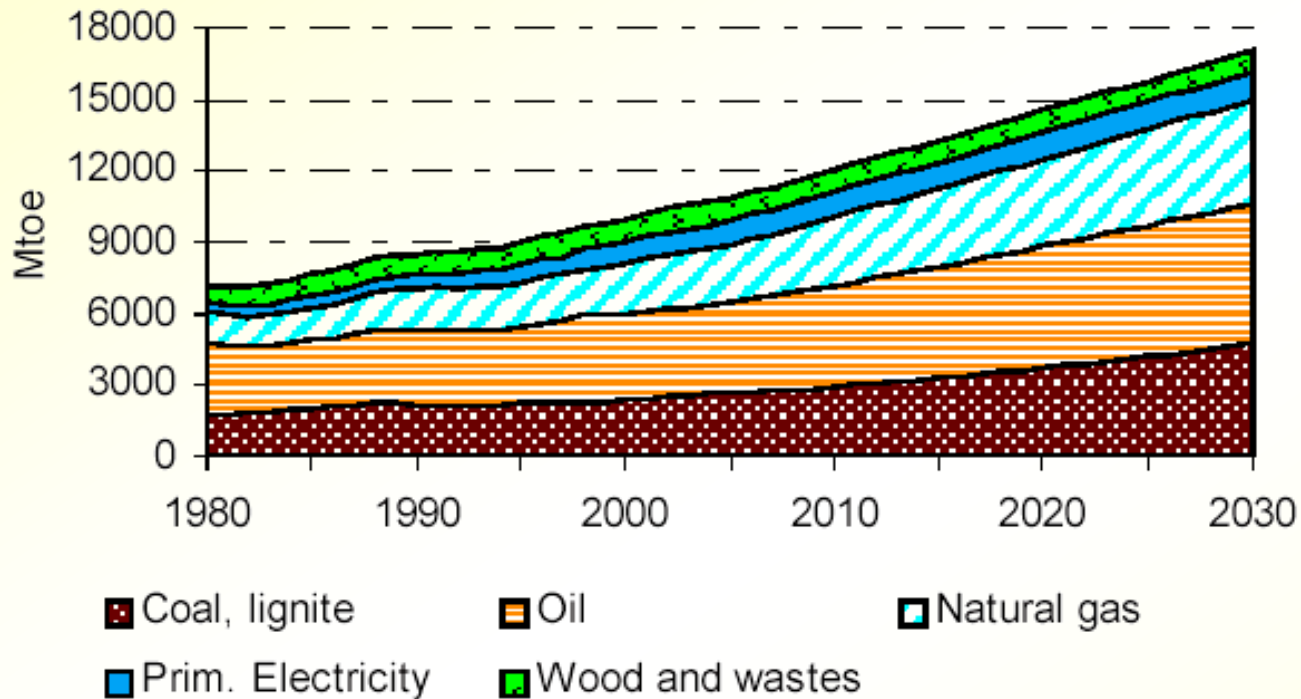
Percentage



- ✓ Το πετρέλαιο παραμένει η κύρια πηγή ενέργειας στην Αφρική και την Αμερική, ενώ το φυσικό αέριο κυριαρχεί στην Ευρώπη & Ευρασία και την Μέση Ανατολή
- ✓ Ο άνθρακας παραμένει η κύρια πηγή ενέργειας στην Ασιατική περιοχή του Ειρηνικού, συμμετέχοντας κατά 51% στην κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (που είναι το υψηλότερο ποσοστό για οποιαδήποτε πηγή ενέργειας και οποιαδήποτε περιοχή)
- ✓ Στην Μέση Ανατολή, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο καλύπτουν το 99% των ενεργειακών αναγκών



Εκτίμηση της εξέλιξης της παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας



Η κατανάλωση άνθρακα παρουσίασε μέση ετήσια αύξηση 2,1% μέχρι το 2010, με αβέβαιη πορεία από το 2010 ως το 2030

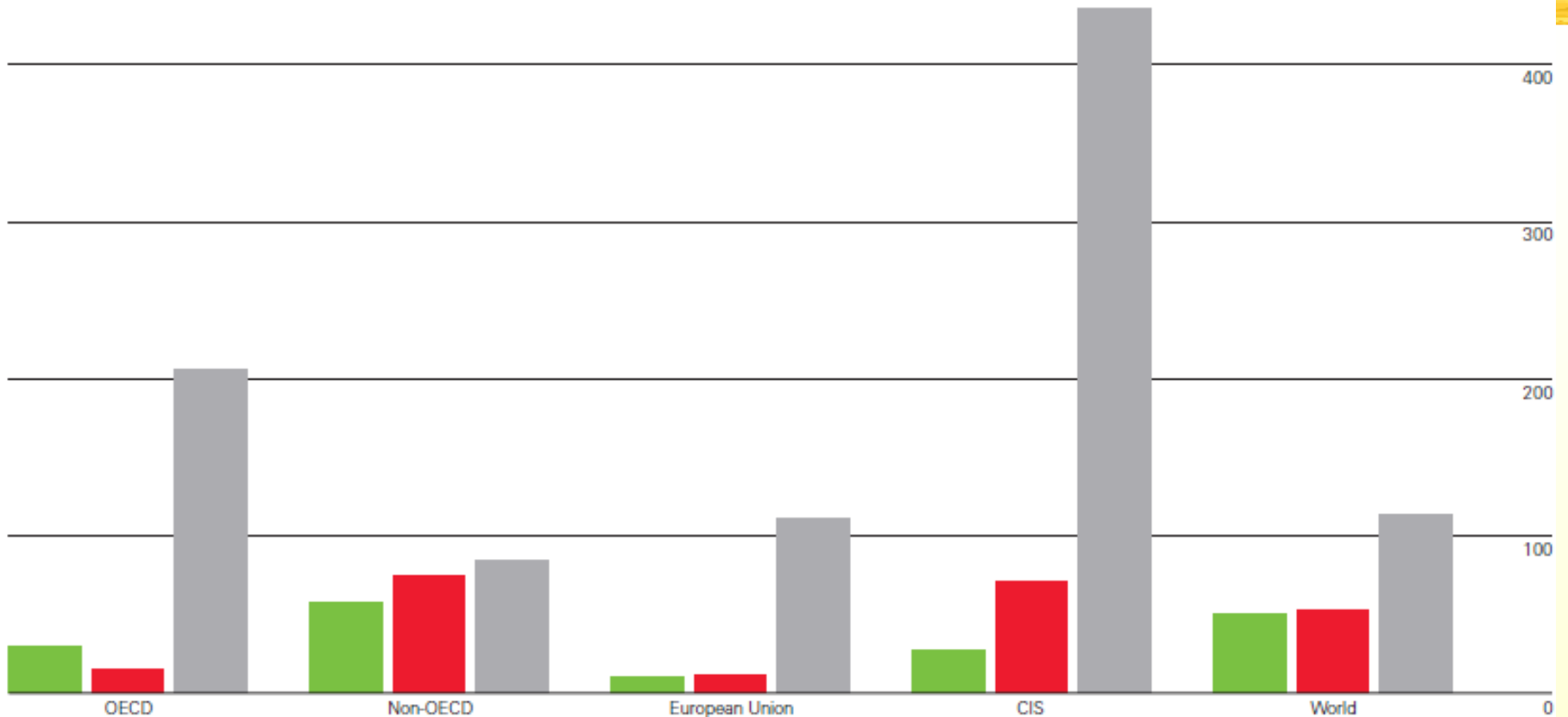
- ✓ Το 2030, τα ορυκτά καύσιμα (άνθρακας, πετρέλαιο και φυσικό αέριο) εκτιμάται ότι θα αποτελούν το 88% της παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας (το 2000 αποτελούσαν το 81% αντίστοιχα).
- ✓ Παρά την αύξηση της χρήσης άνθρακα και φυσικού αερίου, το πετρέλαιο το 2030 θα έχει το σημαντικότερο μερίδιο στην κατανάλωση ενέργειας με 34%.

Fossil fuel reserves-to-production (R/P) ratios at end 2015



Years

Oil
Natural gas
Coal

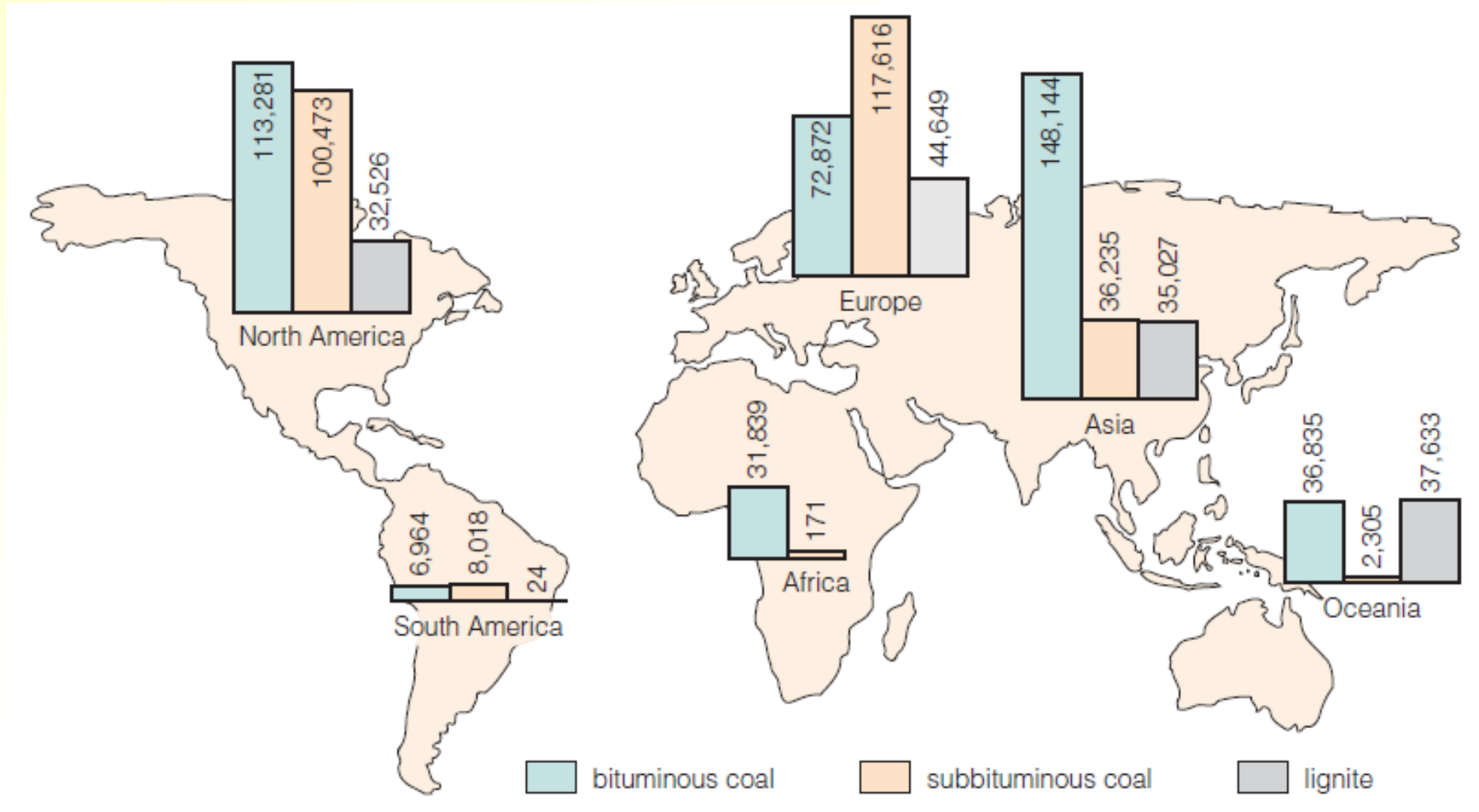


- ✓ Ο άνθρακας παρέμεινε μακράν το πλέον άφθονο ορυκτό καύσιμο, παρά την μικρή μείωση των δεικτών που παρατηρήθηκε (αποθέματα και λόγος R / P)
- ✓ Σε μακροπρόθεσμη βάση τα αποθέματα πετρελαίου και φυσικού αερίου αυξήθηκαν, παρά την μικρή μείωση που εμφάνισαν το 2015
- ✓ Οι χώρες εκτός του OECD διαθέτουν το μεγαλύτερο μέρος των βεβαιωμένων αποθεμάτων όλων των ορυκτών καυσίμων
- ✓ Η Μέση Ανατολή διαθέτει τα μεγαλύτερα αποθέματα πετρελαίου και φυσικού αερίου και τον μεγαλύτερο λόγο R / P Για το φυσικό αέριο
- ✓ Η Νότια & Κεντρική Αμερική εμφανίζει τον μεγαλύτερο λόγο R / P για το πετρέλαιο
- ✓ Η Ευρώπη και Ευρασία διαθέτει τα μεγαλύτερα αποθέματα άνθρακα, και η Βόρεια Αμερική τον μεγαλύτερο λόγο R / P



Ενέργεια και άνθρακας

Βεβαιωμένα αποθέματα άνθρακα (σε δις εκατ. τόνους)

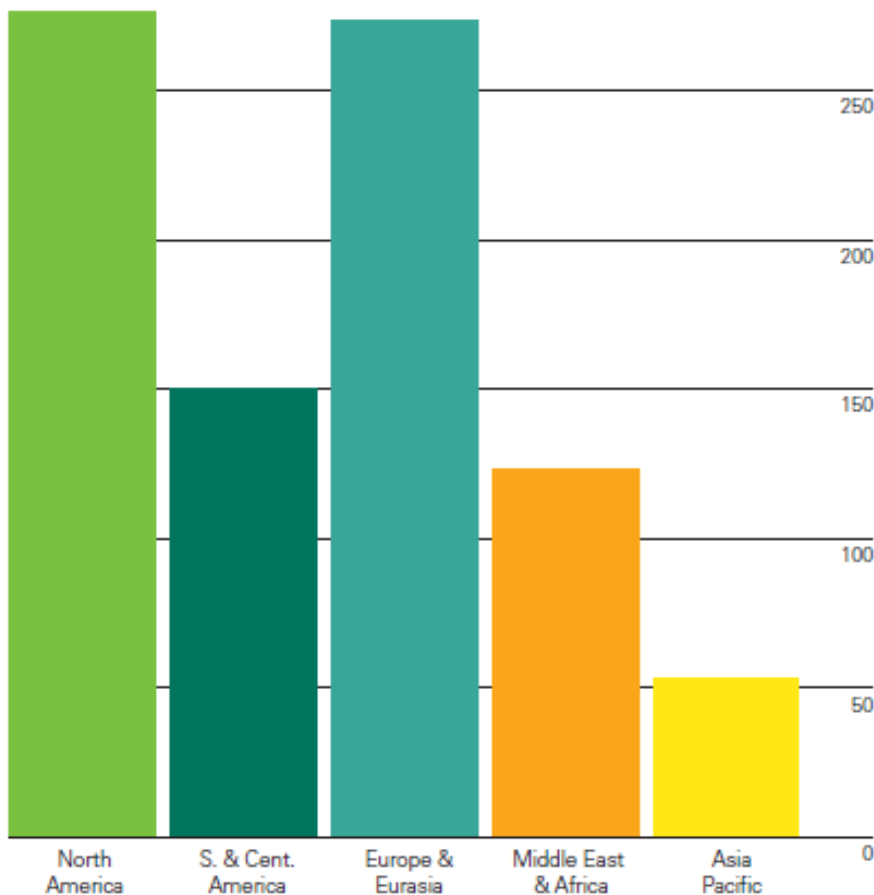


Reserves-to-production (R/P) ratios

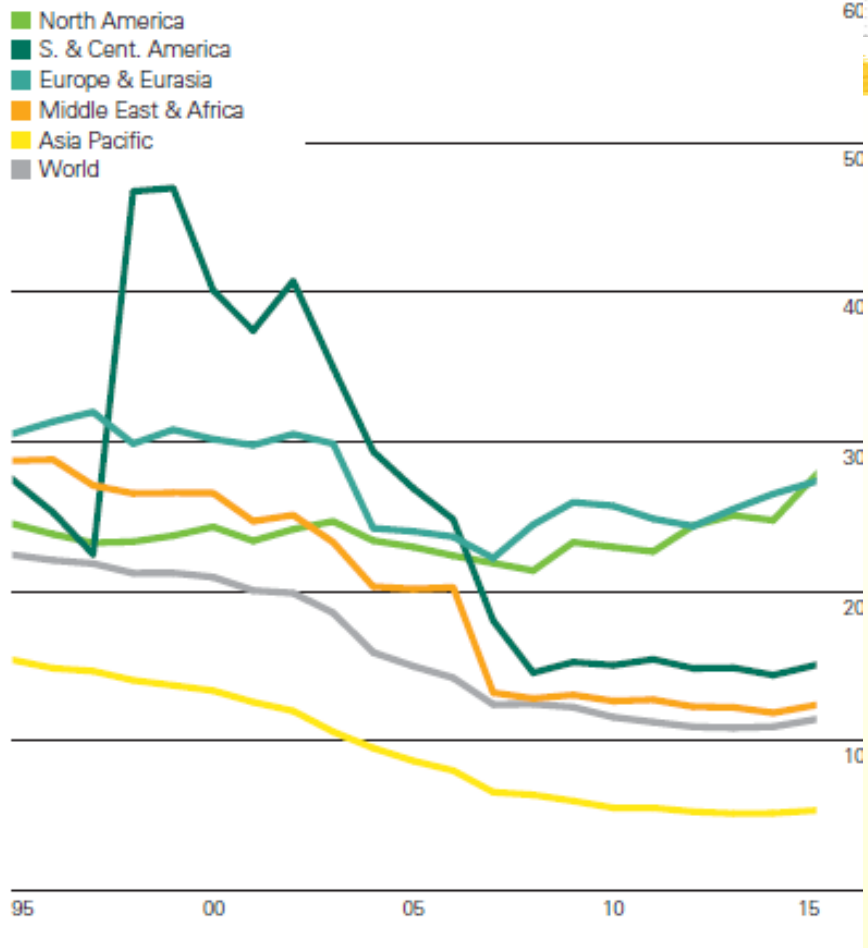
Years



2015 by region



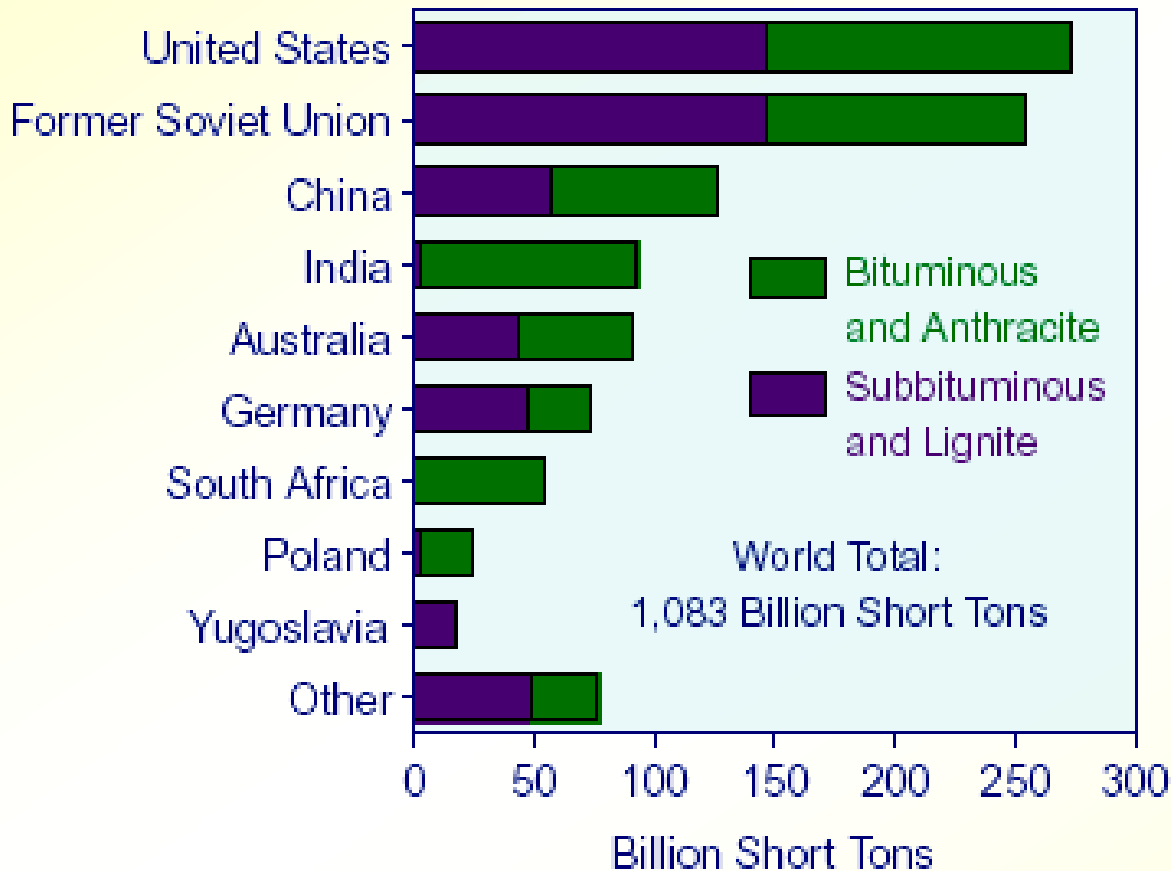
History



- ✓ Τα αποθέματα άνθρακα επαρκούν για την κάλυψη των αναγκών για τα επόμενα 114 χρόνια, εμφανίζοντας τον μεγαλύτερο λόγο αποθεμάτων προς παραγωγή (R / P ratio)
- ✓ Η Ευρώπη & Ευρασία διαθέτει τα μεγαλύτερα βεβαιωμένα αποθέματα άνθρακα, ενώ η Βόρεια Αμερική εμφανίζει τον μεγαλύτερο λόγο αποθεμάτων προς παραγωγή (276 έτη)
- ✓ Η Ασιατική περιοχή του Ειρηνικού διαθέτει τα δεύτερα σε μέγεθος βεβαιωμένα αποθέματα, αλλά τους υψηλότερους ρυθμούς παραγωγής (περίπου 70,6% της παγκόσμιας), με συνέπεια να εμφανίζει τον μικρότερο λόγο R / P (~53 έτη)



ΔΙΑΘΕΣΙΜΑ ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ ΑΝΘΡΑΚΑ



- ✓ Το 60% των παγκοσμίων αποθεμάτων βρίσκονται στις ΗΠΑ (25%), Ρωσία (23%) και Κίνα (12%).
- ✓ Η Αυστραλία, Ινδία, Γερμανία και Νότια Αφρική αντιπροσωπεύουν το 29% των παγκόσμιων αποθεμάτων

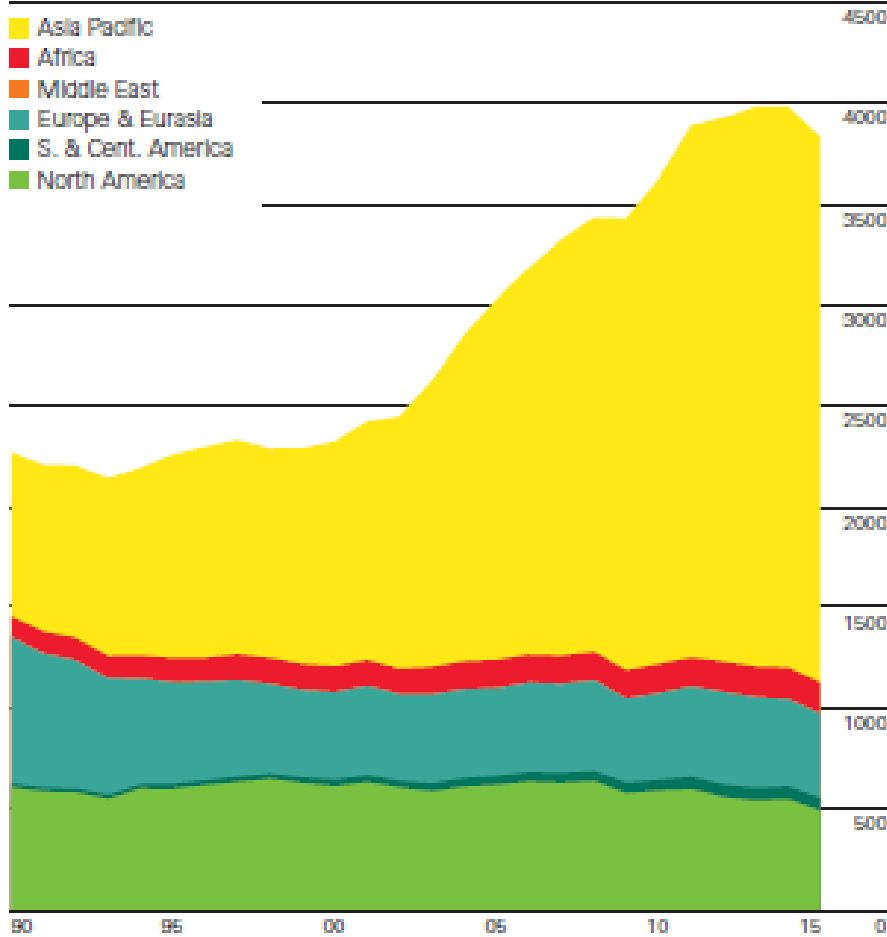


Παραγωγή και κατανάλωση άνθρακα ανά περιοχή



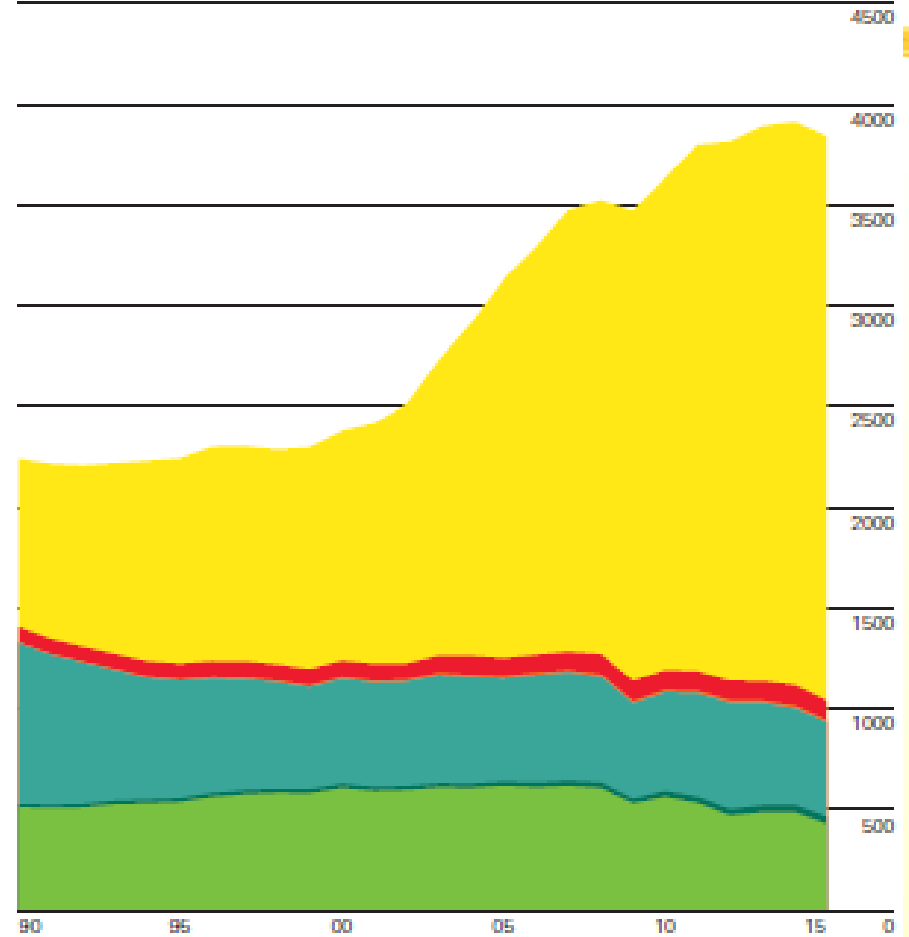
Coal: Production by region

Million tonnes oil equivalent



Coal: Consumption by region

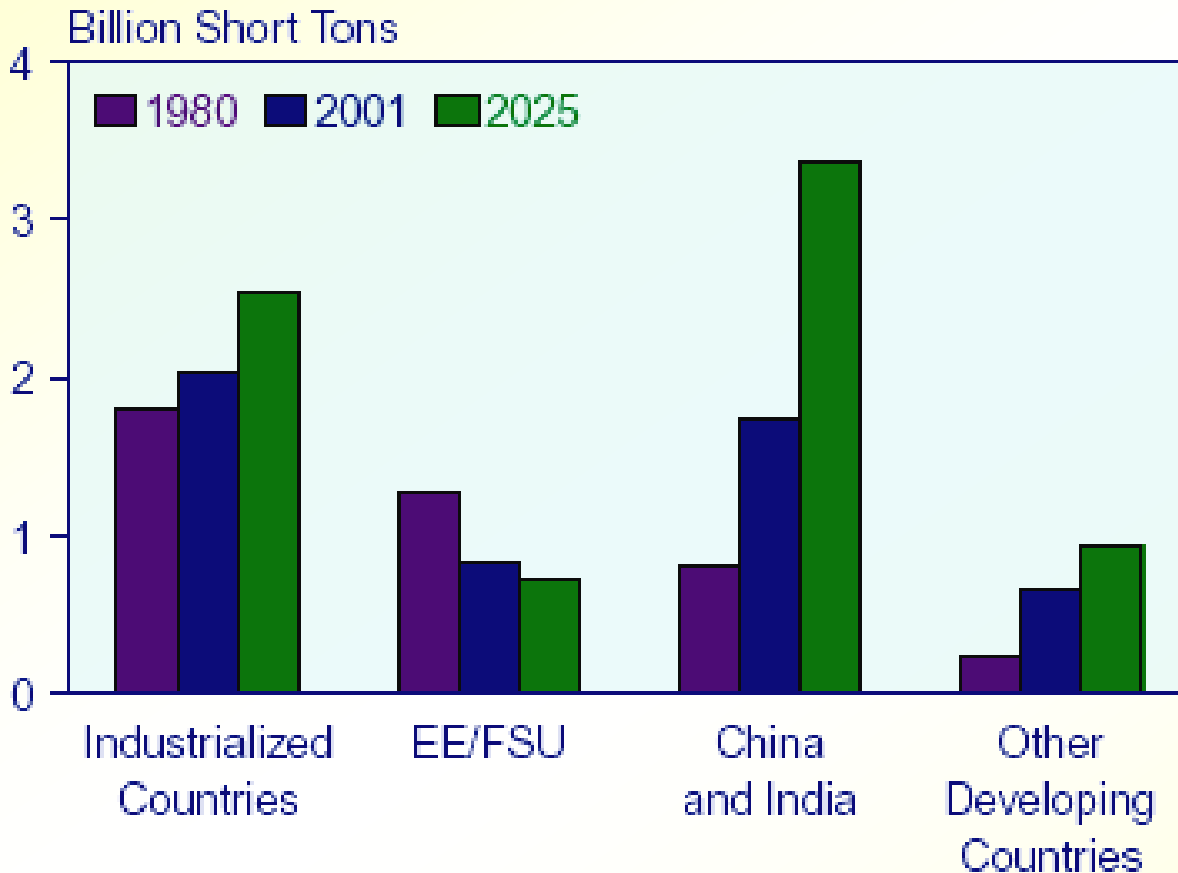
Million tonnes oil equivalent



- ✓ Η παγκόσμια παραγωγή και κατανάλωση άνθρακα μειώθηκαν το 2015 κατά 4% και 1,8% αντίστοιχα
- ✓ Η παραγωγή μειώθηκε για πρώτη φορά από το 1998, με τις μεγαλύτερες αρνητικές τιμές στην Ασιατική περιοχή του Ειρηνικού (-2,9%) και την Βόρεια Αμερική (-10,3%)
- ✓ Η Κίνα παρέμεινε ο μεγαλύτερος παραγωγός άνθρακα, παρά την μείωση του ρυθμού παραγωγής κατά 2%
- ✓ Με εξαίρεση την Νότια & Κεντρική Αμερική και την Ασιατική περιοχή του Ειρηνικού, η κατανάλωση άνθρακα μειώθηκε σε κάθε άλλη περιοχή



Προβλεπόμενη κατανάλωση άνθρακα ανά περιοχή



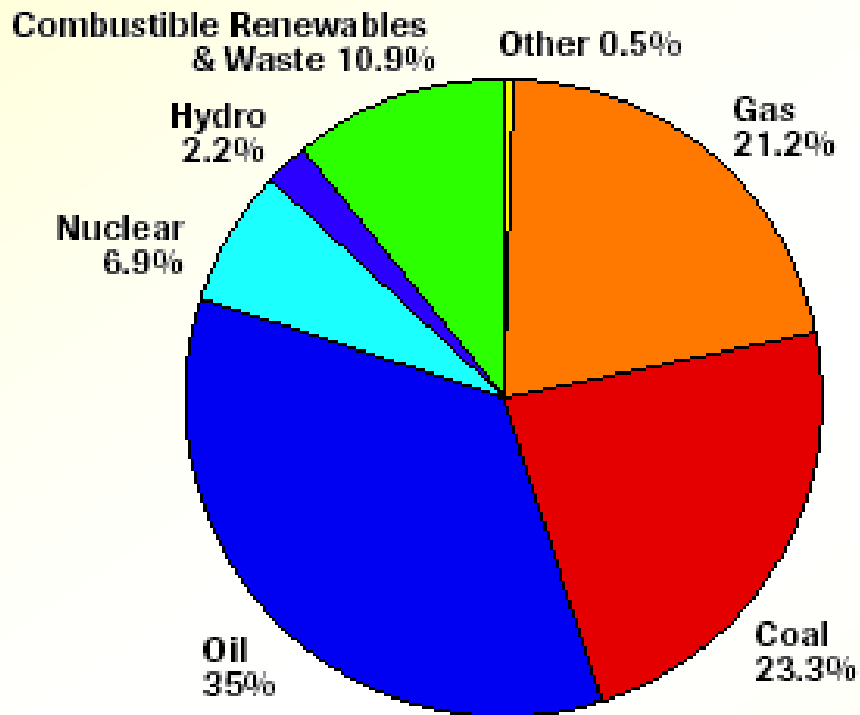
- ✓ Η μεγαλύτερη αύξηση στην κατανάλωση άνθρακα προβλέπεται για την Ινδία και την Κίνα εξαιτίας της ραγδαίας οικονομικής τους ανάπτυξης
- ✓ Εκτιμάται μέση ετήσια αύξηση της κατανάλωσης άνθρακα, μεταξύ των ετών 2001-2025, περίπου 6,1% για την Κίνα και 5,2% για την Ινδία
- ✓ Οι αυξημένες ενεργειακές ανάγκες αυτών των χωρών θα καλυφθούν κυρίως από τον άνθρακα, ειδικά στον βιομηχανικό τομέα και στην ηλεκτροπαραγωγή



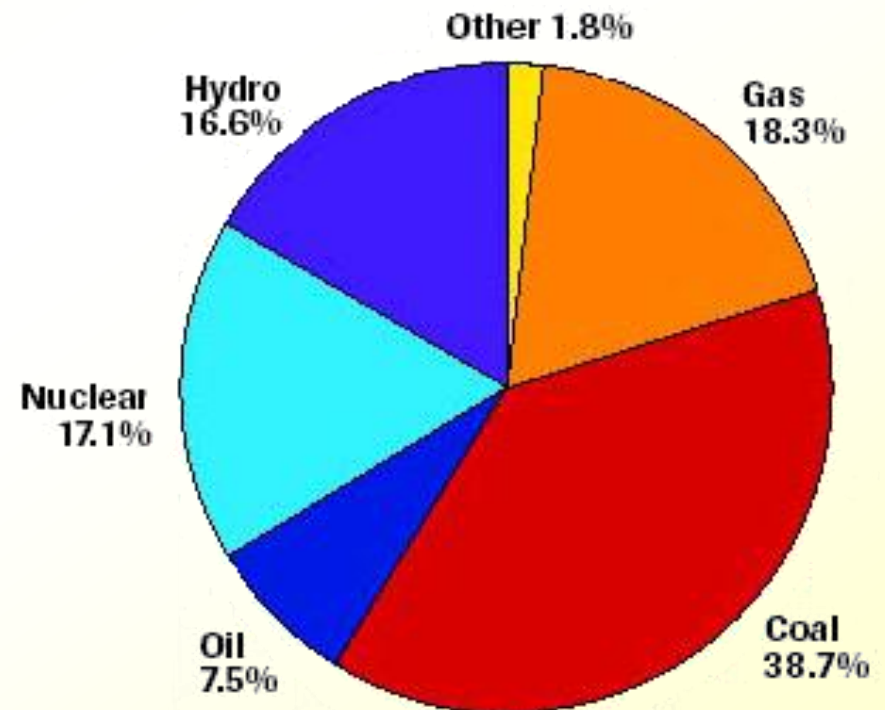
Ενέργεια και άνθρακας



ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (2001)



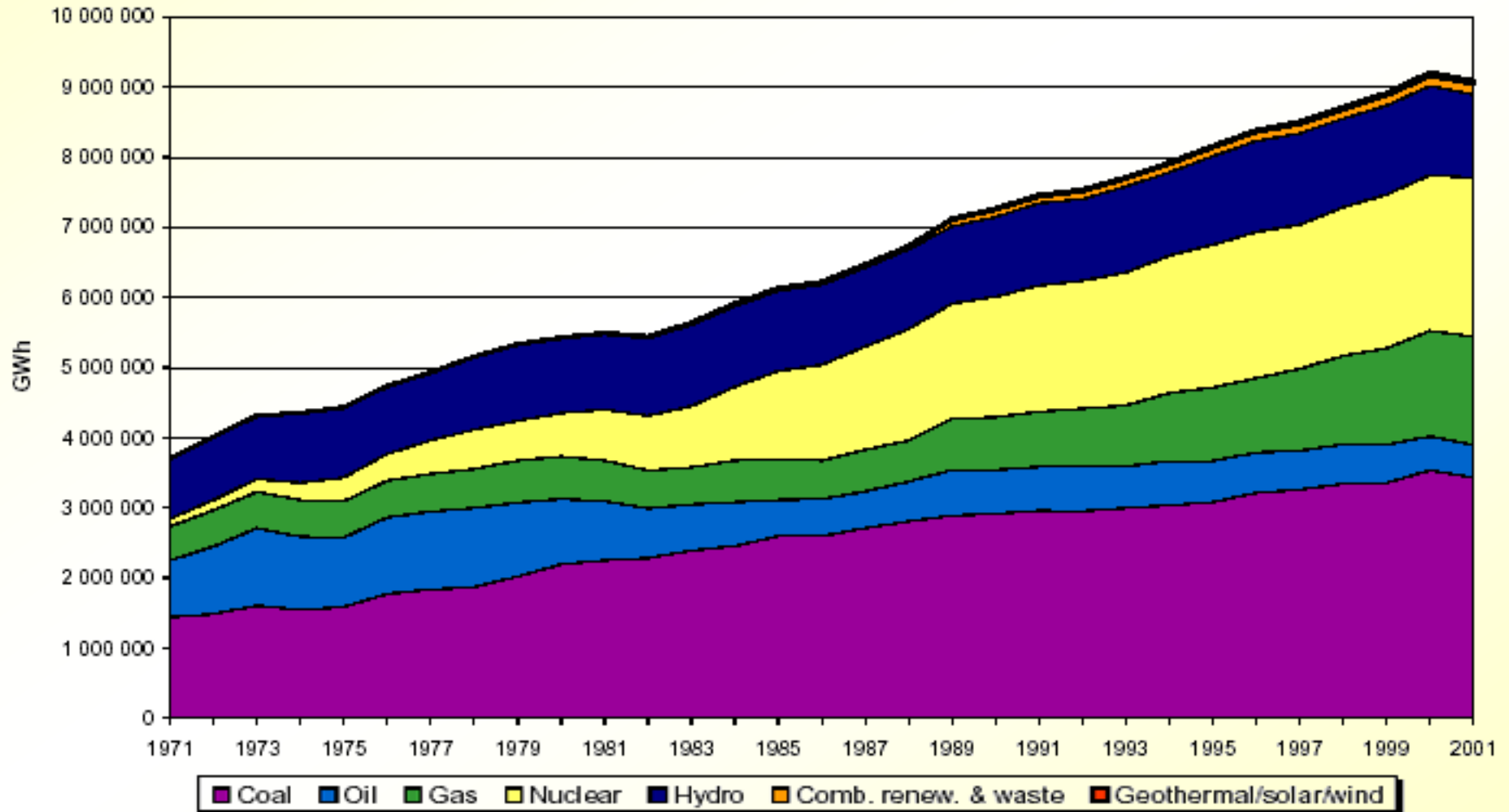
ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (2001)



Ο άνθρακας καλύπτει πάνω από το 23% των ενεργειακών αναγκών και συμμετέχει με πάνω από 38% στην παγκόσμια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

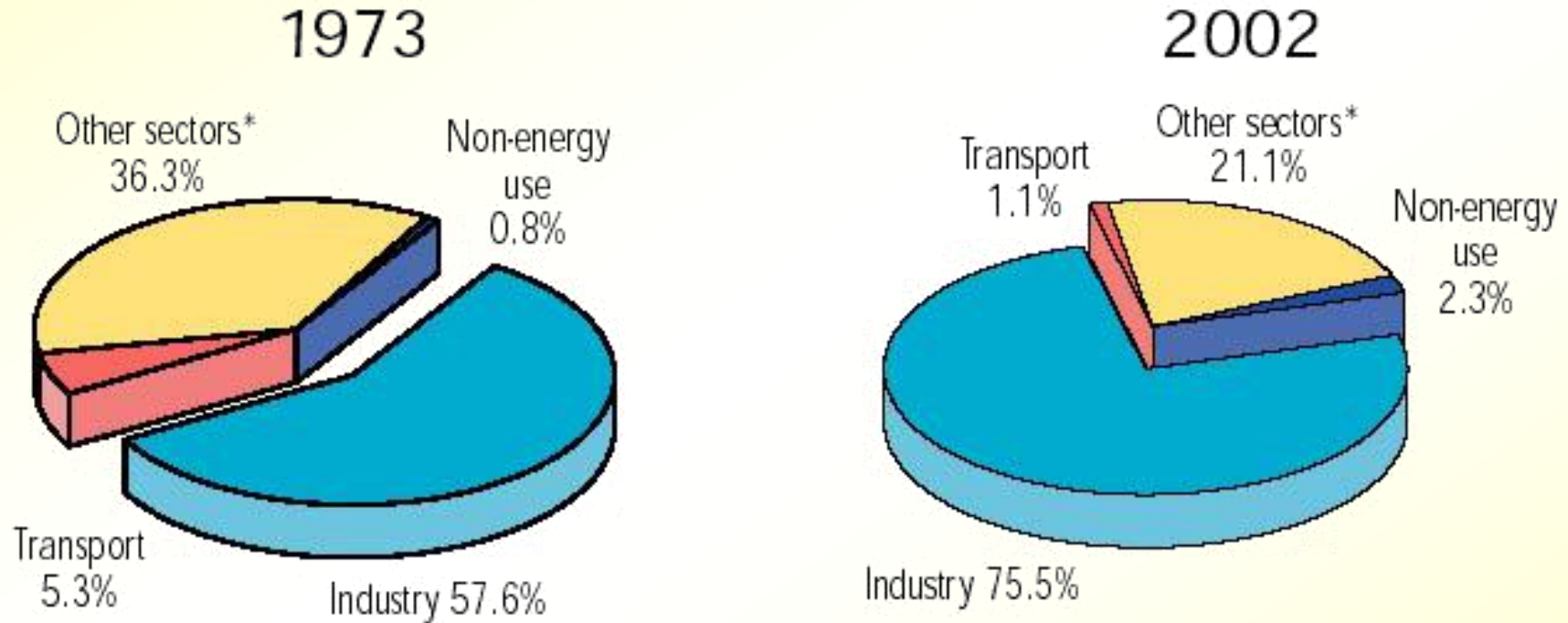


ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΕΙΔΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ





ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΝΘΡΑΚΑ ΑΝΑ ΤΟΜΕΑ

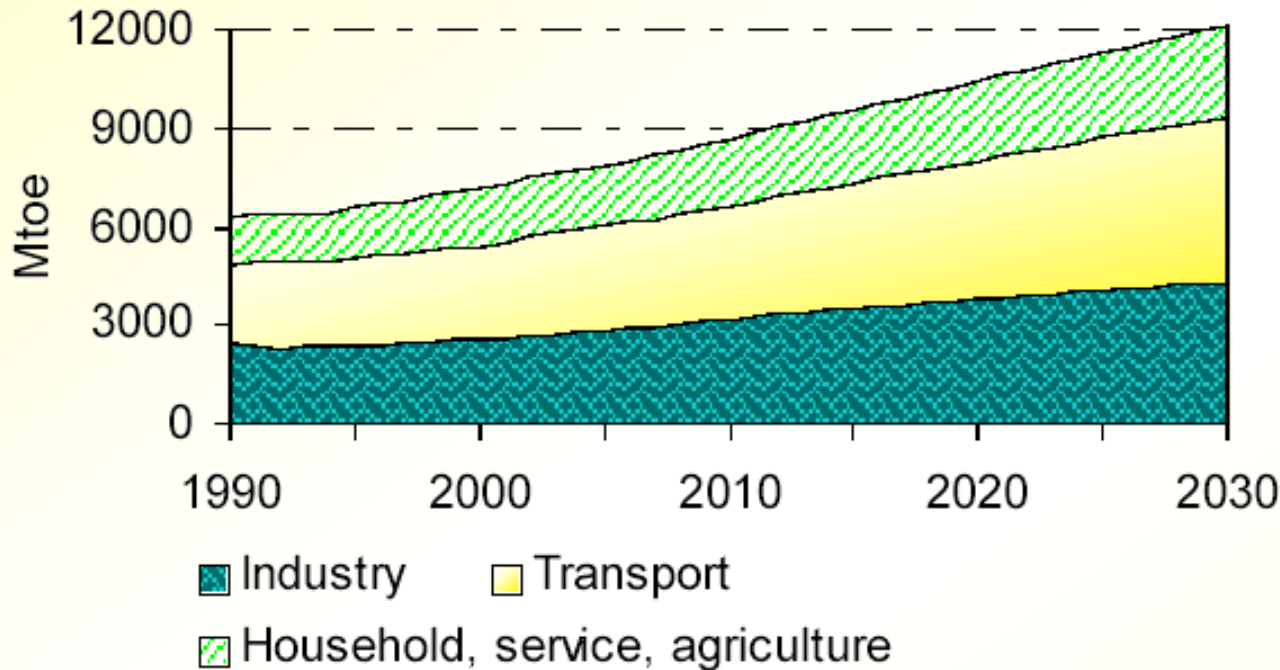


* γεωργία, εμπορικός και οικιακός τομέας, κλπ

Περίπου το 14% (γύρω στους 528 Mt) της συνολικής παραγωγής ανθρακίτη χρησιμοποιείται στη χαλυβουργία και περίπου το 66% της συνολικής παραγωγής χάλυβα εξαρτάται από τον άνθρακα.



ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΟΜΕΑ



Ο οικιακός τομέας, η γεωργία και οι υπηρεσίες παρουσιάζουν μια σταθερή αύξηση των ενεργειακών αναγκών τους κατά 1,9% ετησίως.

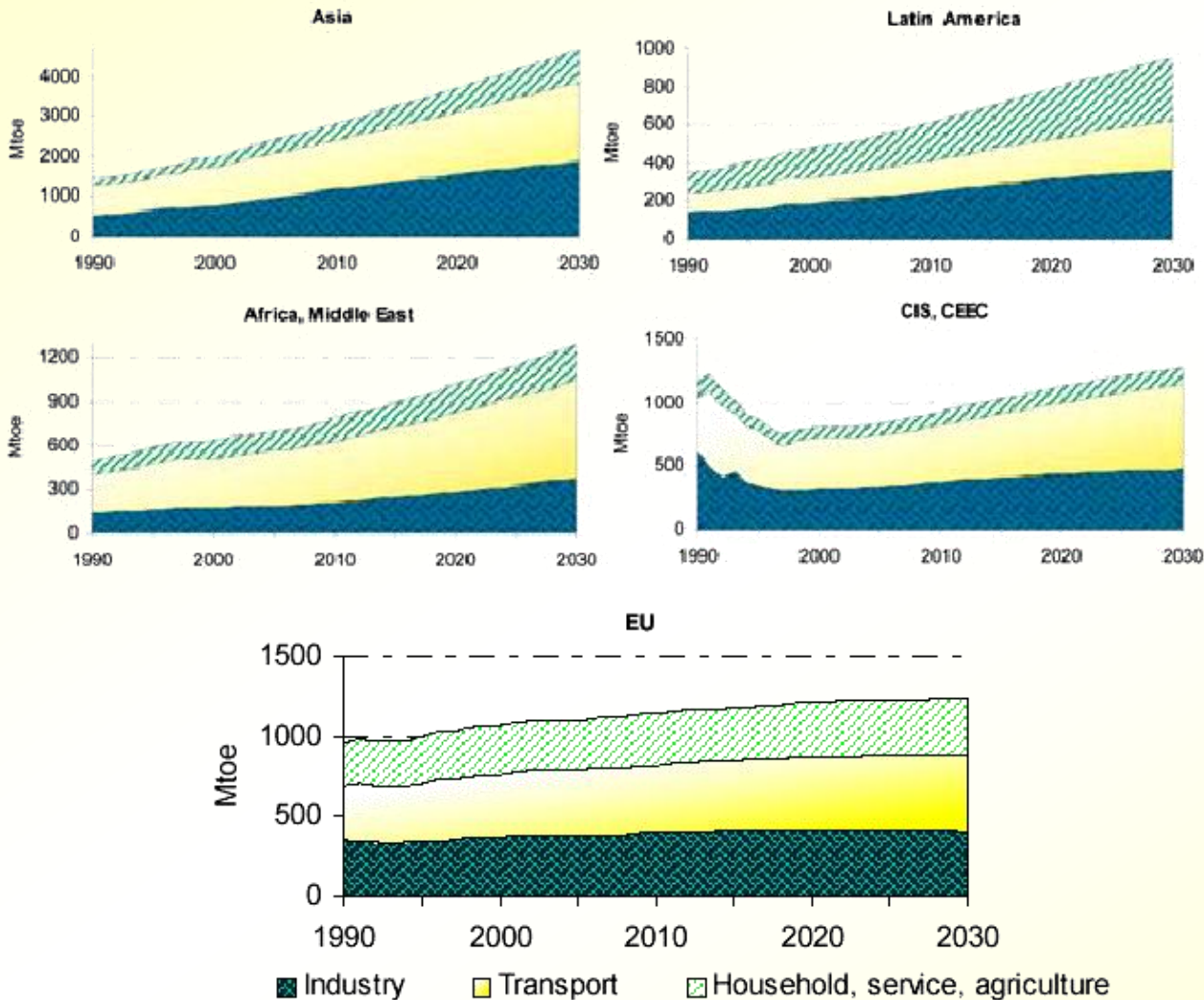
Η κατανάλωση ενέργειας από τη βιομηχανία αυξήθηκε με μέσο ετήσιο ρυθμό αύξησης 2,4% μέχρι το 2010, ενώ ο ρυθμός αυτός μειώνεται σταδιακά για να φτάσει την τελευταία δεκαετία πρόβλεψης περίπου στο 1,2%.

Ο τομέας των μεταφορών θα έχει έναν μέσο ετήσιο ρυθμό αύξησης των ενεργειακών αναγκών του γύρω στο 1,7% αρχικά και 1,5% προς το τέλος της περιόδου πρόβλεψης.



Ενέργεια και άνθρακας

ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΟΜΕΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΧΗ

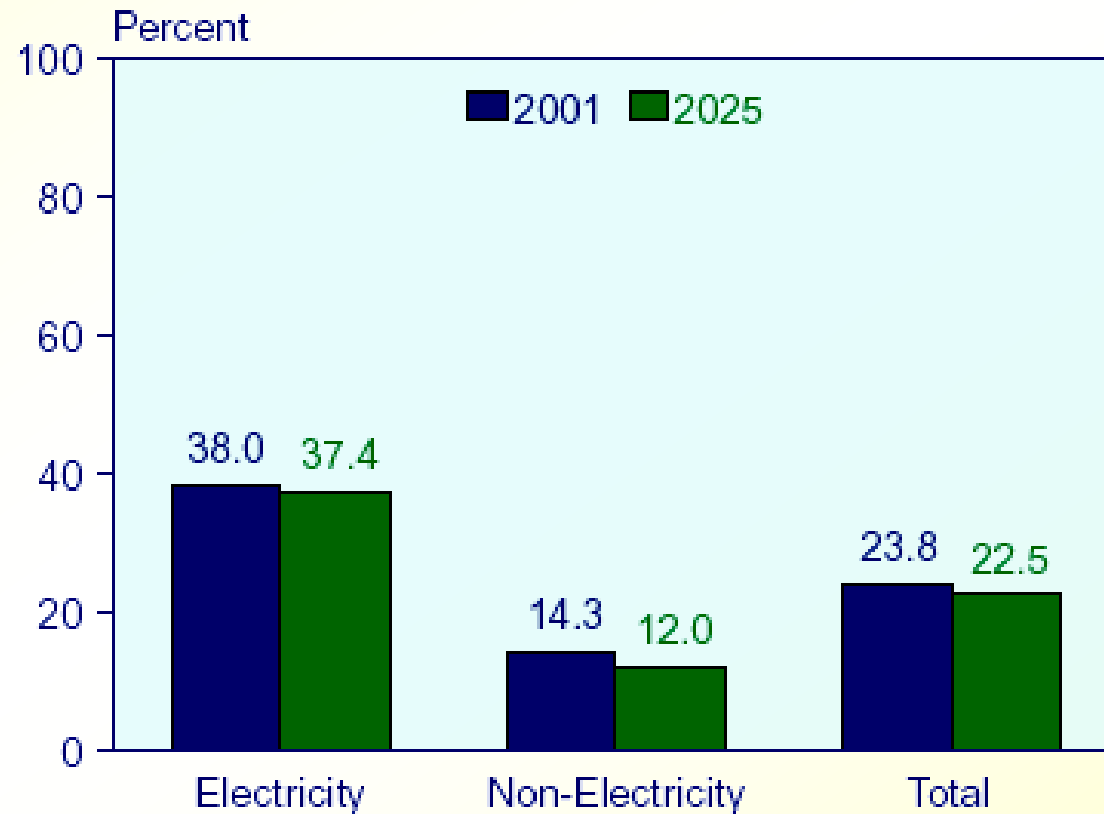


Μεταξύ των περιοχών, η ΕΕ αναμένεται να έχει, μέχρι το 2030, την μικρότερη αύξηση στην κατανάλωση ενέργειας (περίπου 0,5% ετησίως) με τον οικιακό-αγροτικό τομέα να έχει τη μεγαλύτερη αύξηση (0,7%) και τις μεταφορές και τη βιομηχανία μόλις 0,3% αντίστοιχα.

Η Ασία παρουσιάζει το μεγαλύτερο ετήσιο ρυθμό αύξησης της κατανάλωσης ενέργειας με 3% περίπου, και την ραγδαία αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας στις μεταφορές με 3,9% ετησίως.



ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΤΗΣ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ΣΤΗΝ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ





Ενέργεια και άνθρακας



Η συμμετοχή του άνθρακα στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι σημαντική, ειδικά για μερικές χώρες, όπως η Πολωνία, η Ινδία, η Νότια Αφρική κλπ.

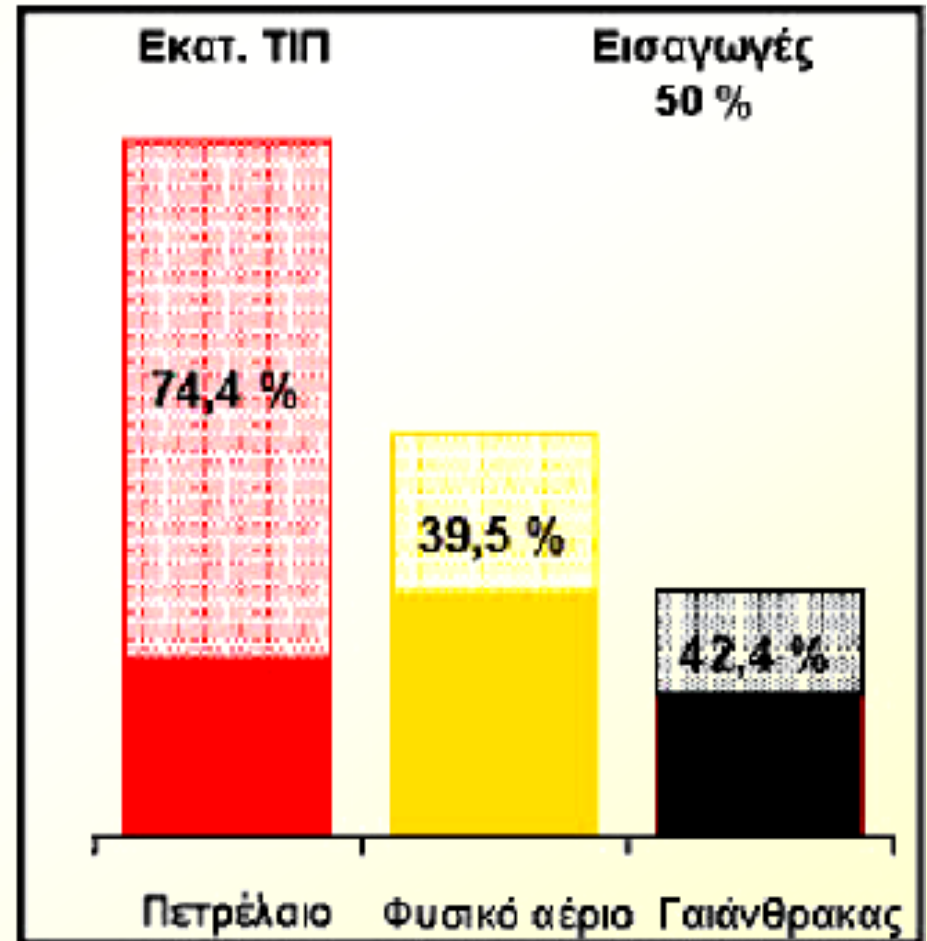
Ποσοστό συμμετοχής του άνθρακα στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (2002)					
Πολωνία	94,8 %	Κίνα	76,2 %	ΗΠΑ	50 %
Νότια Αφρική	93%	Τσεχία	66,7 %	Δανία	47,3 %
Ινδία	78,3 %	Ελλάδα	62,3 %	Ηνωμένο Βασίλειο	32,9 %
Αυστραλία	77 %	Γερμανία	52 %	EU 15	27,2 %



ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΞΑΡΤΗΣΗ ΤΗΣ Ε.Ε.

Η ΕΕ δεν διαθέτει αξιόλογα ενεργειακά αποθέματα συμβατικών καυσίμων. Η εξάρτηση της ΕΕ από τις εισαγωγές ενεργειακών πρώτων υλών σήμερα είναι περίπου 50%.

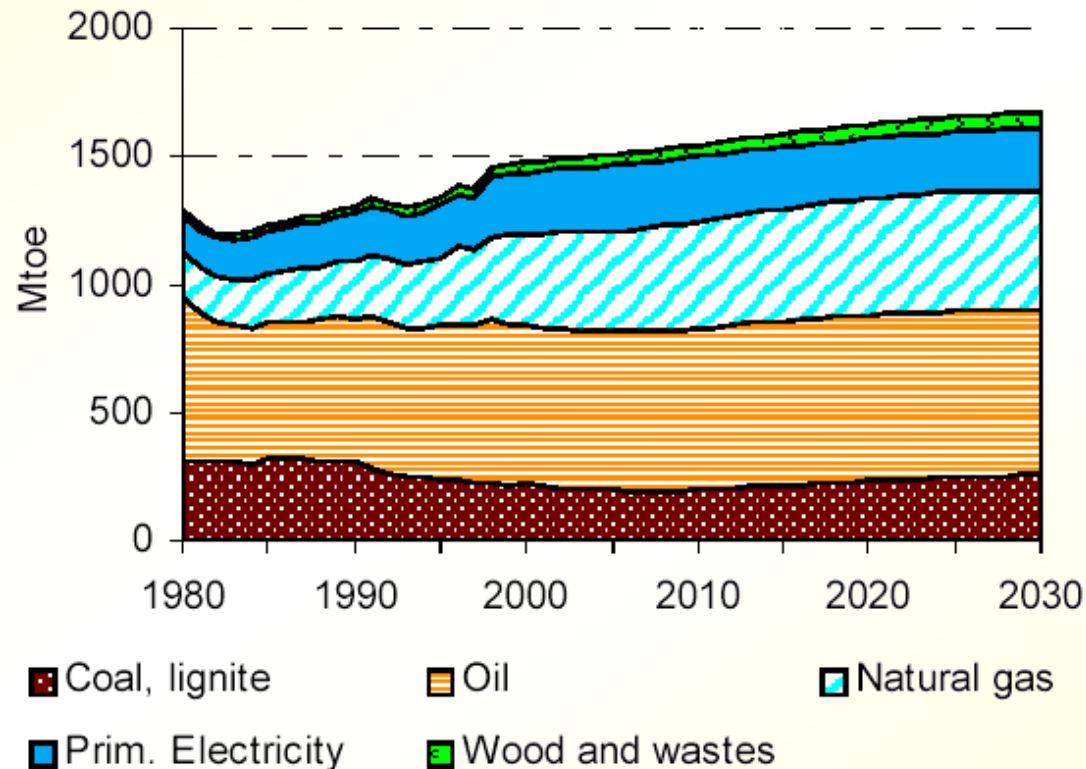
Αν συνεχισθούν οι αυξητικές τάσεις στην κατανάλωση ενέργειας και δεν ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα το 2020 η εξάρτηση αυτή θα αυξηθεί στο 70% περίπου (70% για φυσικό αέριο και 90% για πετρέλαιο).





Ενέργεια και άνθρακας

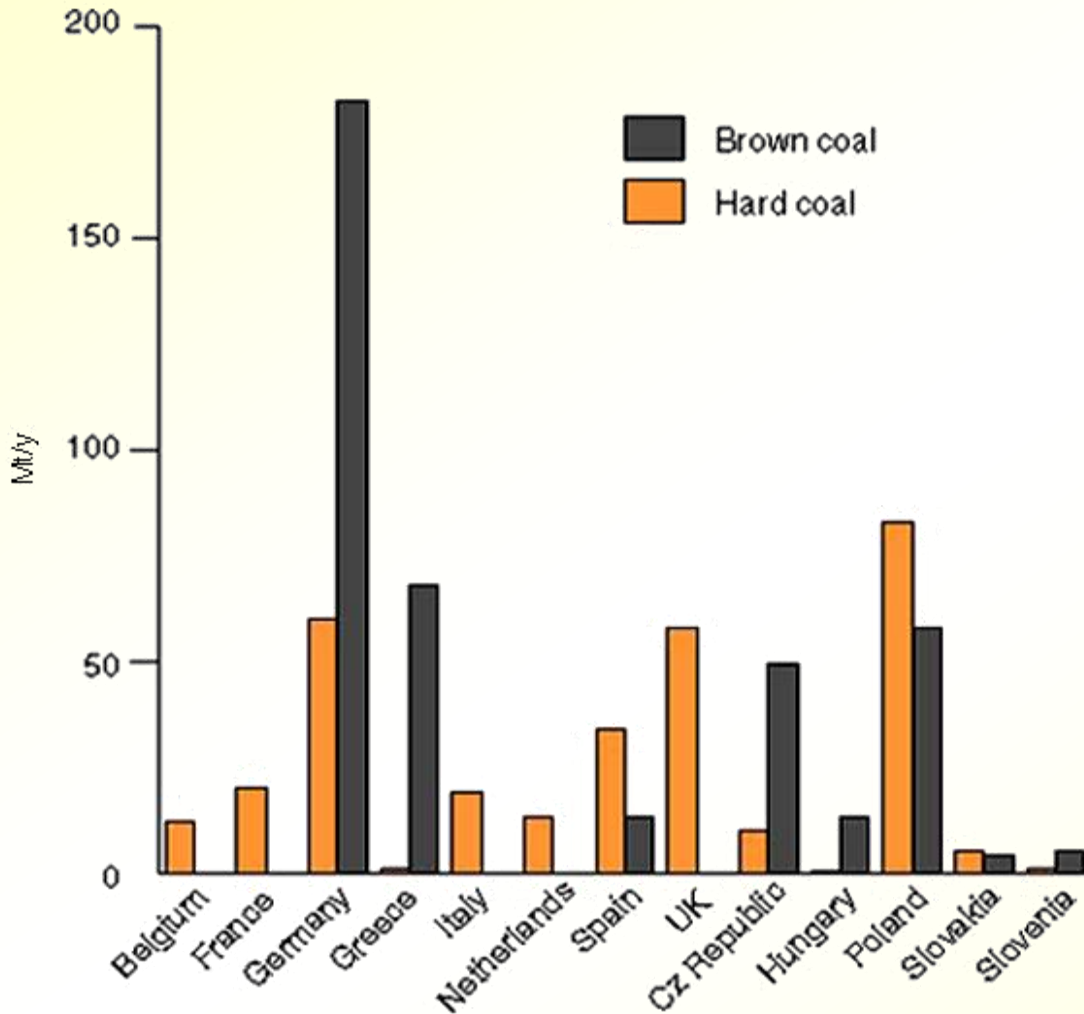
ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ Ε.Ε.



Τα επόμενα έτη αναμένεται σημαντική αύξηση της κατανάλωσης ΦΑ έναντι του πετρελαίου και του άνθρακα. Το 2030, το ΦΑ θα καλύπτει το 27% των ενεργειακών αναγκών της ΕΕ, το πετρέλαιο το 39% ενώ ο άνθρακας μόλις το 16%.



ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΝΘΡΑΚΑ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ (2002)



Με την πρόσφατη διεύρυνση της ΕΕ, τα αποθέματα της ΕΕ σε άνθρακα αυξήθηκαν από 72 Gt περίπου σε πάνω από 100 Gt, ποσοστό 40%. Οι κυριότεροι παραγωγοί και καταναλωτές των νέων χωρών είναι η Τσεχία, η Πολωνία και (λιγότερο) η Ουγγαρία.

Η συνολική ετήσια κατανάλωση ανθρακίτη (hard coal) το 2002 στη διευρυμένη ΕΕ ήταν περίπου 345 Mt ενώ για τον λιγνίτη αντίστοιχα ήταν 405 Mt.

Πρώτες θέσεις στην κατανάλωση λιγνίτη κατέχουν η Γερμανία, η Πολωνία, η Τσεχία και η Ελλάδα



Ενέργεια και άνθρακας



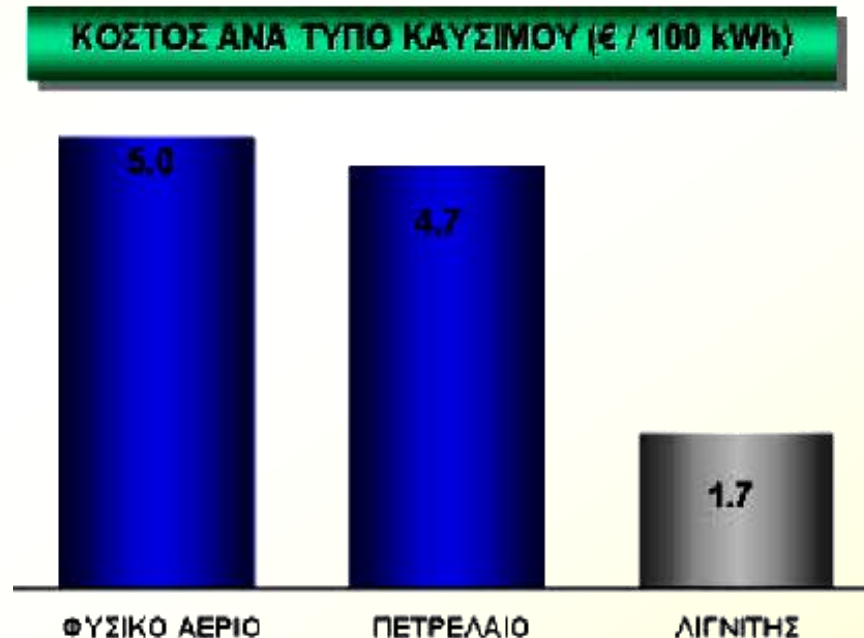
Ο ρόλος του άνθρακα στην ηλεκτροπαραγωγή στην ΕΕ και ειδικότερα στην Ελλάδα και την Γερμανία κατά τα τελευταία χρόνια είναι ιδιαίτερα σημαντικός.

Πρώτη ύλη	Ε.Ε. (%)	Ελλάδα (%)	Γερμανία (%)
Πυρηνική Ενέργεια	35	-	31
Υδροηλεκτρικά	13	8	4
Πετρέλαιο	7	17	-
Φυσικό αέριο	14	10	10
Ανανεώσιμες Πηγές	3	0,5	4
Λιγνίτης	11	64	25
Ανθρακίτης	17	-	26



ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΟΥ ΛΙΓΝΙΤΗ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

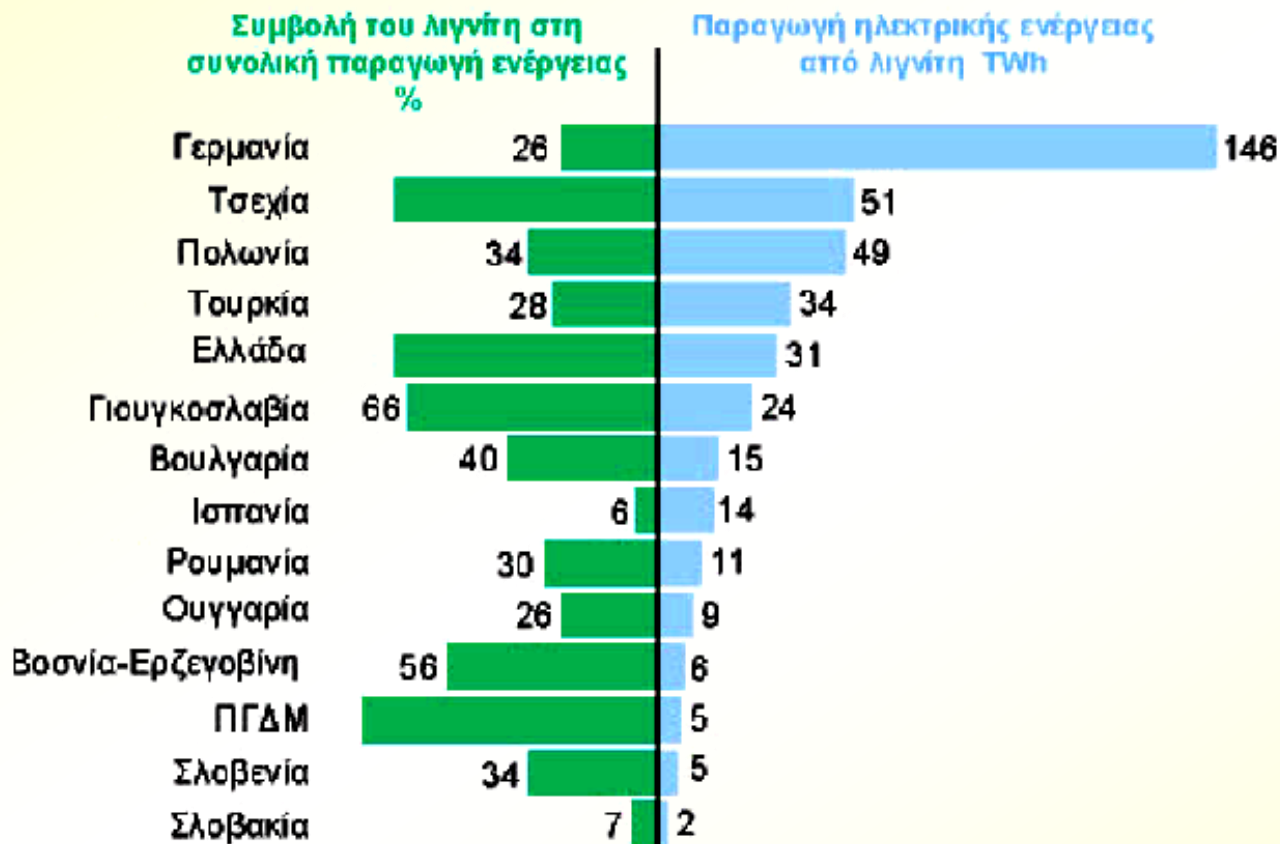
Αντίθετα με τον ανθρακίτη, ο λιγνίτης που εξορύσσεται στην ΕΕ αποτελεί μια αποδοτική και βιώσιμη δραστηριότητα και η KWh που παράγεται είναι ανταγωνιστική σε σύγκριση με τα άλλα καύσιμα.



Σύγκριση κόστους καυσίμων για την Ελλάδα - 2001



ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΟΥ ΛΙΓΝΙΤΗ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ



Σχεδόν όλος ο λιγνίτης που παράγεται χρησιμοποιείται για εγχώρια κατανάλωση. Το διασυνοριακό εμπόριο λιγνίτη, λόγω της χαμηλής θερμογόνου δύναμης του, είναι μόλις 1% ενώ για το πετρέλαιο είναι 58%, για το ΦΑ 22% και για τον άνθρακα 17% αντίστοιχα.



ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

Λαμβάνοντας υπόψη ότι η ασφάλεια εφοδιασμού έχει την ίδια βαρύτητα με την ανταγωνιστικότητα και την περιβαλλοντική προστασία είναι βέβαιο ότι ο ανθρακίτης και ο λιγνίτης θα συνεχίσουν και στο μέλλον να παίζουν σημαντικό ρόλο στις ενεργειακές ανάγκες της ΕΕ.

Οι ειδικότεροι λόγοι που συνηγορούν σ' αυτό είναι:

- **Η προμήθεια στερεών καυσίμων** στις χώρες της ΕΕ είναι αξιόπιστη. Εισαγωγή άνθρακα γίνεται κυρίως από μεγάλες χώρες (ΗΠΑ, Καναδάς, Αυστραλία, Κολομβία, κ.α).



ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

- **Οι τιμές του άνθρακα** είναι και θα παραμείνουν ανταγωνιστικές. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι τιμές του άνθρακα παρουσιάζουν αξιοσημείωτη σταθερότητα. Για περισσότερο από 20 χρόνια οι τιμές του άνθρακα για ηλεκτροπαραγωγή κυμάνθηκαν από 38-40\$ ανά τόνο (τιμή πώλησης σε ευρωπαϊκό λιμάνι). Αντίθετα οι τιμές του πετρελαίου και του ΦΑ παρουσιάζουν έντονες διακυμάνσεις και είναι απρόβλεπτες.
- **Οι καθαρές τεχνολογίες καύσης** και υψηλού βαθμού απόδοσης που αναπτύσσουν οι Ευρωπαϊκές χώρες και οι ΗΠΑ θα περιορίσουν τις αυξημένες εκπομπές και τα περιβαλλοντικά προβλήματα των μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από άνθρακα.



ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΘΡΑΚΑΣ

Η χρησιμοποίηση των στερεών καυσίμων για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας συνδέεται και με αρνητικές επιπτώσεις στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον.

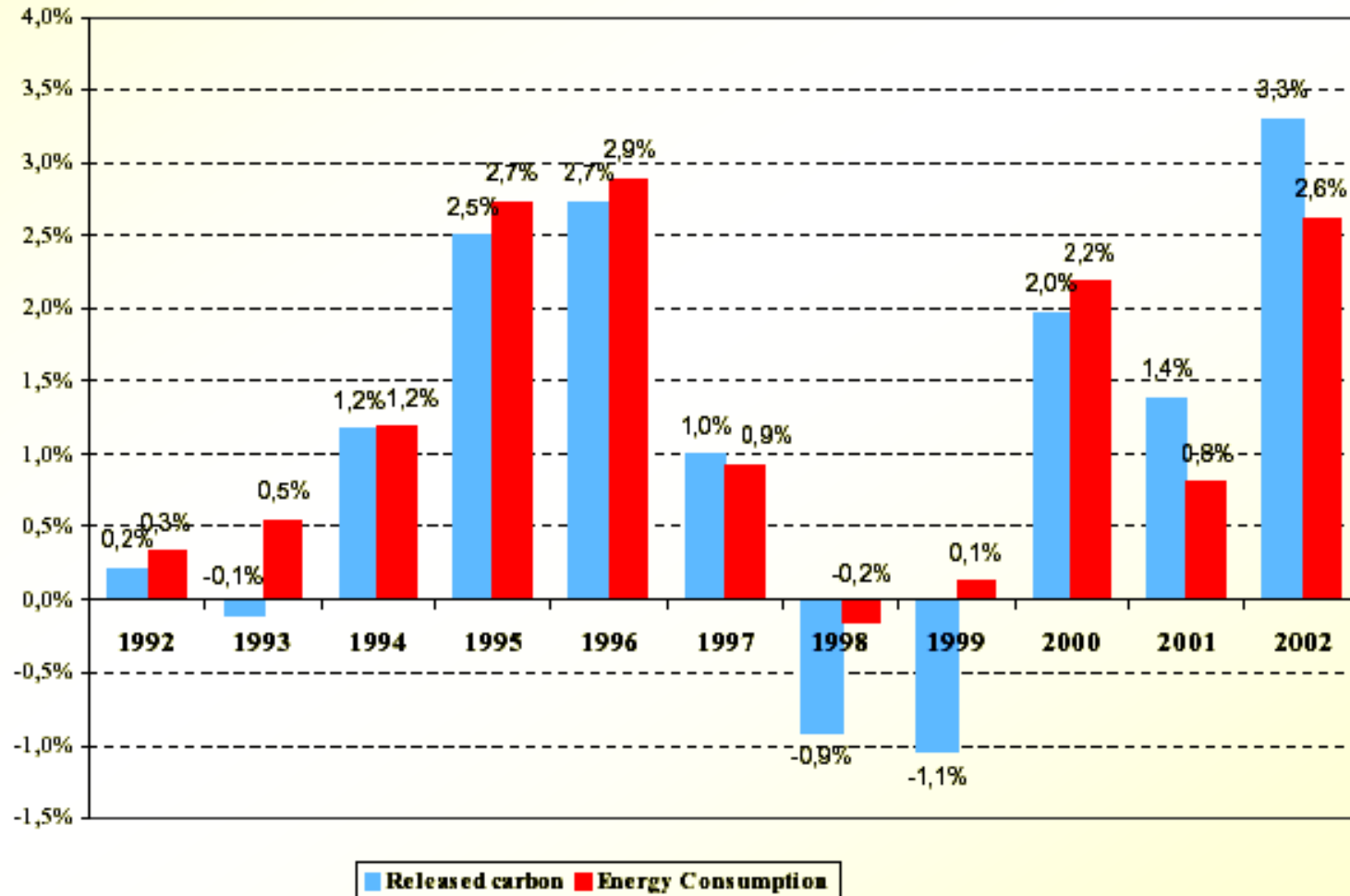
Είναι γνωστό ότι όλα τα συμβατικά ενεργειακά καύσιμα (ορυκτά καύσιμα), που χρησιμοποιούνται στην ηλεκτροπαραγωγή, εκπέμπουν κατά την καύση τους οξείδια του άνθρακα, του θείου, του αζώτου κ.λ.π., ενώ η ηλεκτροπαραγωγή από πυρηνικά συνδέεται με τα προβλήματα της ασφάλειας και της διάθεσης των αποβλήτων.

Αν ληφθούν υπόψη μόνο οι εκπομπές CO_2 , τότε τα στερεά καύσιμα και ο λιγνίτης ειδικότερα, βρίσκονται σε μειονεκτική θέση έναντι των υπολοίπων υγρών ή αερίων συμβατικών καυσίμων. Αν όμως ληφθούν υπόψη όλα τα εκπεμπόμενα αέρια του θερμοκηπίου (CO_2 , CH_4 , N_2O), τότε η διαφορά μεταξύ των τριών αυτών συμβατικών καυσίμων (άνθρακα, πετρέλαιο, φυσικό αέριο) γίνεται σημαντικά μικρότερη.



Ενέργεια και άνθρακας

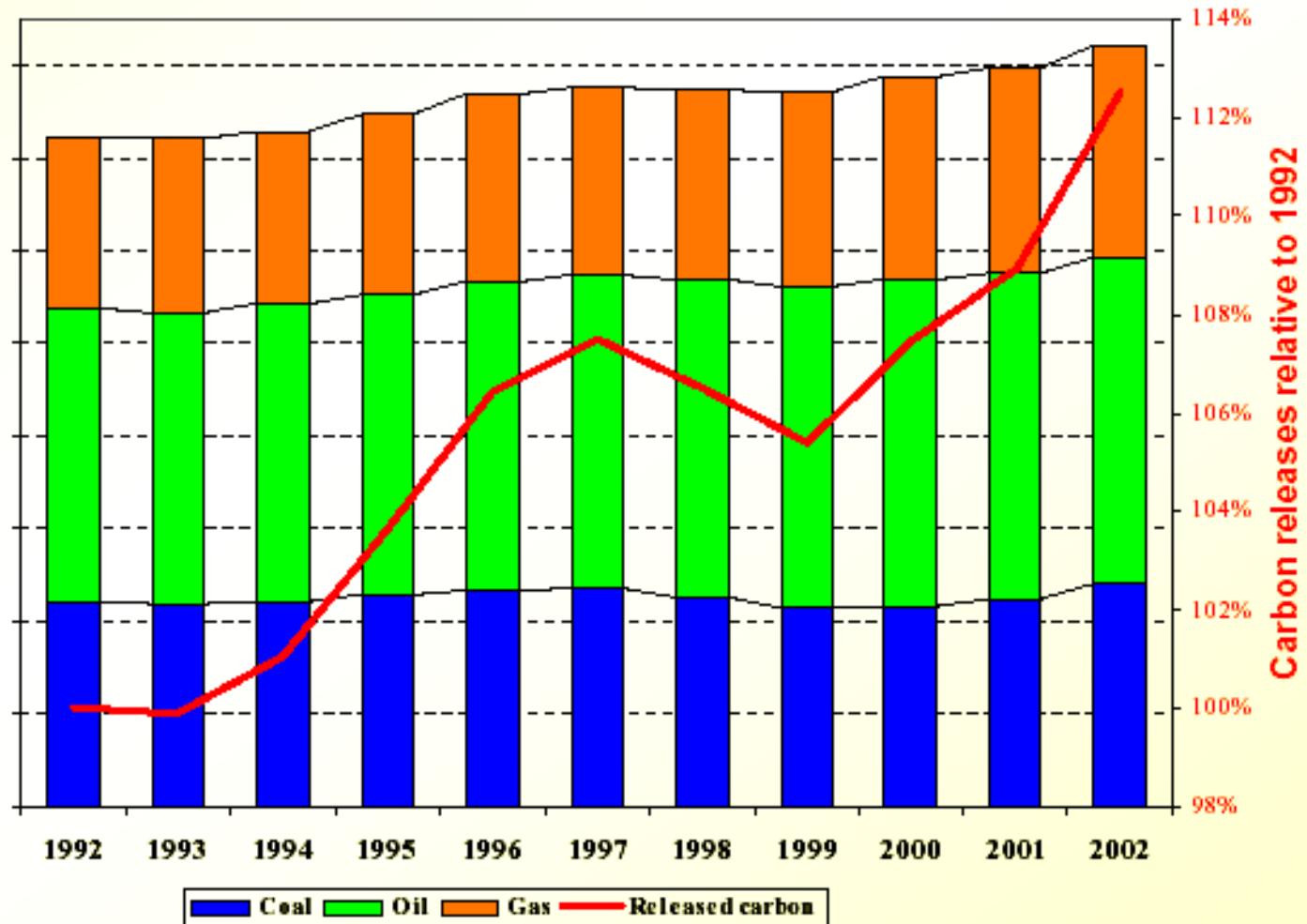
ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO₂





ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΣΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΔΙΕΘΝΩΣ ΣΕ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΤΙΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO₂

Από την καύση των ορυκτών πηγών ενέργειας παράγεται το 80% περίπου των συνολικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.





ΔΙΑΣΚΕΨΗ ΤΟΥ ΡΙΟ

Το 1992 έγινε η Διάσκεψη-Πλαίσιο του ΟΗΕ για την Κλιματική Αλλαγή στο Ρίο της Βραζιλίας. Η Σύμβαση του Ρίο καλεί τις αναπτυγμένες χώρες να ηγηθούν **μέτρων με στόχο την επιστροφή μέχρι το 2000 των τιμών των εκπομπών CO₂ και λοιπών αερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου στα επίπεδα τιμών του 1990.**

Με τη Σύμβαση καθιερώθηκε μια μακροχρόνια διαδικασία αντίδρασης στην κλιματική μεταβολή, προβλέφθηκε ένα σύστημα παροχής πληροφοριών εκ μέρους των κρατών για τις εκπομπές αερίων και τις εθνικές στρατηγικές αντιμετώπισης του προβλήματος και καθιερώθηκε η τακτική αξιολόγηση αυτών των πληροφοριών, ώστε να παρακολουθείται η εφαρμογή των συμφωνημένων. Συμπληρωματικά, οι ανεπτυγμένες χώρες συμφώνησαν να προωθήσουν τη μεταφορά κεφαλαίων και τεχνολογικού εξοπλισμού, ώστε να βοηθήσουν τις αναπτυσσόμενες να ανταποκριθούν στην κλιματική μεταβολή.



ΔΙΑΣΚΕΨΗ ΤΟΥ ΡΙΟ

Η Ελλάδα έχει επικυρώσει τη Σύμβαση του Ρίο (N.2205/1994).

Το 1995 η Ελλάδα κατέθεσε στον ΟΗΕ το Εθνικό Σχέδιο μείωσης των εκπομπών CO₂ και άλλων αερίων, προτείνοντας ως ρεαλιστικό στόχο τον περιορισμό μέχρι το 2000 του ποσοστού αύξησης των συνολικών εκπομπών αερίων θερμοκηπίου (σε ισοδ. CO₂) κατά 15%±3% ως προς το 1990.

Για την εξειδίκευση των προβλέψεων της Σύμβασης το Ρίο ακολούθησε σειρά Διασκέψεων.



ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΤΟΥ ΚΙΟΤΟ

Στην 3η Διάσκεψη (Δεκέμβριος 1997) στο Κιότο της Ιαπωνίας, υπογράφηκε ένα Πρωτόκολλο μεταξύ 84 αναπτυγμένων και αναπτυσσομένων χωρών (που αναφέρονται ως χώρες Παραρτήματος Ι) για την σταδιακή μείωση των εκπομπών 6 κατηγοριών βιομηχανικών αερίων στην πρώτη περίοδο δέσμευσης 2008-2012 **σε μέσο ποσοστό 5,2% των εκπομπών του 1990**. Για τις αναπτυσσόμενες χώρες δεν καθορίζονται στόχοι ως προς τις εκπομπές.

Προτιμήθηκε ο καθορισμός πενταετούς περιόδου δέσμευσης αντί ενός έτους στόχου για να εξομαλυνθούν οι ετήσιες διακυμάνσεις των εκπομπών αερίων που οφείλονται σε ανεξέλεγκτους παράγοντες, όπως ο καιρός. Το 2005, θα αρχίσουν διεθνείς διαπραγματεύσεις για τον καθορισμό της **δεύτερης περιόδου δέσμευσης** βάσει του πρωτοκόλλου του Κιότο, μετά το έτος 2012.



ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΤΟΥ ΚΙΟΤΟ

Στο **Παράρτημα Α του Πρωτοκόλλου** προσδιορίζονται τα 6 αέρια που προκαλούν το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου:

CO₂, CH₄, N₂O και τρεις κατηγορίες **φθοριούχων αερίων** (HFCs, PFCs και SF₆) που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή συστημάτων ψεκασμού (σπρεϊ).

Προσδιορίζονται επίσης οι πηγές εκπομπής των αερίων:

Κατανάλωση καυσίμων, βιομηχανίες παραγωγής ενέργειας, βιομηχανίες και κατασκευές, μεταφορές, διυλιστήρια, χημική βιομηχανία, μεταλλουργία, ορυζοκαλλιέργεια, πυρκαγιές δασών, καύση αγροτικών κατάλοιπων κλπ.



ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΤΟΥ ΚΙΟΤΟ

Στο **Παράρτημα Β του Πρωτοκόλλου** αναφέρεται κάθε χώρα και το ποσοστό μείωσης που πρέπει να πετύχει κάθε μια ξεχωριστά.

Στην ΕΕ των 15 χωρών (στις οποίες αντιστοιχεί συνολικά το 24,2% των βιομηχανικών εκπομπών αερίων διεθνώς) το ποσοστό μείωσης είναι 8%. Οι εκπομπές των δέκα νέων μελών της ΕΕ δεν θα συνυπολογίζονται στο στόχο μείωσης του 8%.

Country	Target (1990*-2008/2012)
EU-15, Bulgaria, Czech Republic, Estonia, Latvia, Liechtenstein, Lithuania, Monaco, Romania, Slovakia, Slovenia, Switzerland	-8 %
United States	-7 %
Canada, Hungary, Japan, Poland	-6 %
Croatia	-5 %
New Zealand, Russian Federation, Ukraine	0
Norway	+1 %
Australia	+8 %
Iceland	+10 %



ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΤΟΥ ΚΙΟΤΟ

Το Πρωτόκολλο του Κιότο καθυστέρησε να τεθεί επίσημα σε ισχύ, καθώς στο άρθρο 25 ορίζεται ότι «.....τίθεται σε ισχύ 90 ημέρες από τότε που όχι λιγότερες από **55 χώρες, περιλαμβανομένων των χωρών του Παραρτήματος I, και που θα αντιπροσωπεύουν τουλάχιστον το 55% των εκπομπών CO₂ στην ατμόσφαιρα, θα έχουν επικυρώσει, αποδεχθεί, εγκρίνει ή προσχωρήσει στο Πρωτόκολλο»**

Με τον όρο αυτό, κανένα από τα συμβαλλόμενα μέρη του Πρωτοκόλλου δεν μπορεί να εμποδίσει την εφαρμογή του αφού κανένα δεν αντιπροσωπεύει περισσότερο από **45% των εκπομπών (οι ΗΠΑ αντιπροσωπεύουν το 36,1% των παγκόσμιων εκπομπών CO₂)**



ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΤΟΥ ΚΙΟΤΟ - ΕΕ

Για τις πιο προηγμένες βιομηχανικά χώρες προβλέπονται μειώσεις, ενώ για τις λιγότερο αναπτυγμένες (π.χ. Ισπανία, Πορτογαλία, Ελλάδα, Ιρλανδία) προβλέπεται δυνατότητα αύξησης των εκπομπών μέχρι το 2010 ώστε να έχουν τη δυνατότητα σύγκλισης προς τις πιο αναπτυγμένες χώρες.

Χώρα	Υποχρέωση 1997 (ΕΕ -8%)	Υποχρέωση 2001 (ΕΕ -5%)	Χώρα	Υποχρέωση 1997 (ΕΕ -8%)	Υποχρέωση 2001 (ΕΕ -5%)
Λουξεμβούργο	-28 %	-26,7 %	Φιλανδία	0 %	1,8 %
Δανία	-21,5 %	-19 %	Γαλλία	0 %	3,3 %
Γερμανία	-21,5 %	-19,5 %	Σουηδία	5 %	9,9 %
Αυστρία	-13 %	-8,9 %	Ιρλανδία	14 %	20,6 %
Ην. Βασίλειο	-12,5 %	-10,6 %	Ισπανία	15 %	27,9 %
Βέλγιο	-7 %	-6,4 %	Ελλάδα	25 %	28,7 %
Ιταλία	-6,5 %	-4,8 %	Πορτογαλία	28 %	29,3 %
Ολλανδία	-6 %	-5 %			



ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΤΟΥ ΚΙΟΤΟ

Το Πρωτόκολλο του Κιότο προβλέπει τρεις ευέλικτους μηχανισμούς αρχών αγοράς: *Εμπορία δικαιωμάτων εκπομπών, Υλοποίηση από κοινού και Μηχανισμός Καθακής Ανάπτυξης*. Οι μηχανισμοί αυτοί δίνουν τη δυνατότητα στις βιομηχανικές χώρες να πετύχουν τους στόχους τους μέσω της «εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών» μεταξύ τους, αλλά και από διεθνή προγράμματα μείωσης εκπομπών. Η υλοποίηση από κοινού αναφέρεται σε προγράμματα χωρών για τις οποίες υπάρχουν στόχοι εκπομπών, ενώ ο Μηχανισμός Καθακής Ανάπτυξης αφορά προγράμματα σε αναπτυσσόμενες χώρες για τις οποίες δεν έχουν τεθεί στόχοι.

Το σκεπτικό πίσω από αυτούς τους τρεις μηχανισμούς είναι ότι οι εκπομπές αερίων θερμοκηπίου είναι ένα παγκόσμιο πρόβλημα και είναι ελάσσονος σημασίας σε ποια τοποθεσία επιτυγχάνονται. Με αυτό τον τρόπο, μειώσεις μπορούν να γίνουν όπου το κόστος τους είναι χαμηλότερο, τουλάχιστον στην αρχική φάση του περιορισμού της κλιματικής αλλαγής.



ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΤΟΥ ΚΙΟΤΟ

Η Ευρωπαϊκή Ένωση προχωρά με δικό της «εσωτερικό σύστημα εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών». Η σχετική οδηγία εγκρίθηκε τον Ιούλιο του 2003. Η εμπορία δικαιωμάτων εκπομπών θα αρχίσει το 2005 (ενώ σε παγκόσμιο επίπεδο θα αρχίσει το 2008) και θα καλύπτει τα κράτη μέλη της διευρυμένης Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση αποτελεί το πρώτο πολυεθνικό πλαίσιο εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών διεθνώς και θεωρείται πρόδρομος του διεθνούς πλαισίου εμπορίας εκπομπών του Πρωτοκόλλου του Κιότο και της νέας «πράσινης» αγοράς.



ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΤΟΥ ΚΙΟΤΟ

Με βάση το πλαίσιο εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών της ΕΕ, **τα κράτη μέλη θα θέσουν όρια εκπομπών CO₂ για τις ενεργοβόρες βιομηχανίες** – περίπου 5.000 (χαλυβουργεία, μονάδες παραγωγής ρεύματος, διυλιστήρια, χαρτοβιομηχανίες, εργοστάσια γυαλιού και τσιμεντοβιομηχανίες) με την **θέσπιση «δικαιωμάτων» για τις ανώτατες ποσότητες CO₂ που επιτρέπεται να εκπέμπουν.** Μειώσεις κάτω από τα όρια μπορούν να είναι εμπορεύσιμες.

Οι εταιρείες που θα μειώσουν τις εκπομπές τους, μπορούν να πουλήσουν τις μειώσεις αυτές σε εταιρείες που είτε δεν μπορούν να παραμείνουν εντός των ορίων εκπομπών είτε τα μέτρα μείωσης των εκπομπών είναι πολύ ακριβότερα σε σχέση με το κόστος των «δικαιωμάτων». Κάθε εταιρεία μπορεί να αυξήσει τις εκπομπές της πάνω από τα «δικαιώματά» της με τη απόκτηση περισσότερων «δικαιωμάτων» από την αγορά. Αυτό το πλαίσιο θα οδηγήσει τις βιομηχανίες σε μείωση των εκπομπών όπου αυτό είναι το πλέον φθηνό μέτρο. Με αυτό τον τρόπο εξασφαλίζεται τόσο ότι η μείωση θα έχει την λιγότερη δυνατή οικονομική επίπτωση όσο και η υιοθέτηση αυτής της καινοτομίας.



ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΤΟΥ ΚΙΟΤΟ

Εκτιμάται ότι οι προαναφερθείσες εταιρείες που συμμετέχουν στο πλαίσιο αυτό, ευθύνονται σχεδόν για τις μισές εκπομπές CO₂ στην Ε.Ε. Άλλοι τομείς, όπως η παραγωγή αλουμινίου, η χημική βιομηχανία και ο τομέας των μεταφορών μπορεί να εισαχθούν αργότερα.

Τα κράτη μέλη της ΕΕ πρέπει να ετοιμάσουν τα Εθνικά Σχέδια Κατανομής θέτοντας τα επιτρεπτά όρια εκπομπών στα οποία πρέπει να συμμορφώνεται κάθε τομέας και εταιρεία. Η Ε.Ε. έχει επίσης δείξει την θέλησή της για ένωση του πλαισίου εμπορίας «δικαιωμάτων» εκπομπών με άλλα αντίστοιχα πλαίσια σε άλλες χώρες που έχουν επικυρώσει το Πρωτόκολλο του Κιότο.



ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΤΟΥ ΚΙΟΤΟ

Η πρώτη πιλοτική αγορά αδειών μόλυνσης λειτούργησε ήδη από τον Απρίλιο του 2002 στο Λονδίνο για τις Βρετανικές μόνο εταιρείες, αλλά η οδηγία του 2003 στην Ε.Ε. αποτελεί διεθνώς την πρώτη διακυβερνητική συμφωνία του είδους, που αναμένεται να ανοίξει το δρόμο για μια ανάλογη πραγματικά παγκόσμια αγορά.

Για τους **παραβάτες** προβλέπονται ποινές: κατά την αρχική φάση (2005--2007), οι εταιρείες που ξεπερνούν την ποσόστωσή τους θα καταβάλουν ποινική ρήτρα 40 € ανά ισοδύναμο τόνο CO₂ που παράγουν πάνω από το επιτρεπτό όριο εκπομπής με βάση την άδεια που κατέχουν, ενώ από το 2008 το πρόστιμο θα αυξηθεί στα 100 €/τόνο.

Επιπλέον, μετά από γερμανικό αίτημα, επετράπη σε ολόκληρους βιομηχανικούς τομείς να κάνουν τις **αγοραπωλησίες αδειών ως μπλοκ εταιρειών και όχι ως εξατομικευμένες εταιρείες** (γιατί ήδη η γερμανική βιομηχανία έχει διαπραγματευθεί με τη γερμανική κυβέρνηση τις ποσοτώσεις στις εκπομπές αερίων σε τομεακή βάση). Ήδη άρχισαν να γίνονται συμφωνίες ανάμεσα στις ευρωπαϊκές εταιρείες αντί 5 € ανά τόνο αερίων.



ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΤΟΥ ΚΙΟΤΟ

Το 2002 η **άτυπη αγορά δικαιωμάτων** (credits) για τις εκπομπές αερίων έφθασε τα 67 εκατ. τόνους, ενώ σήμερα η αγορά διεθνώς ανέρχεται σε πολλά δισεκατομμύρια δολάρια

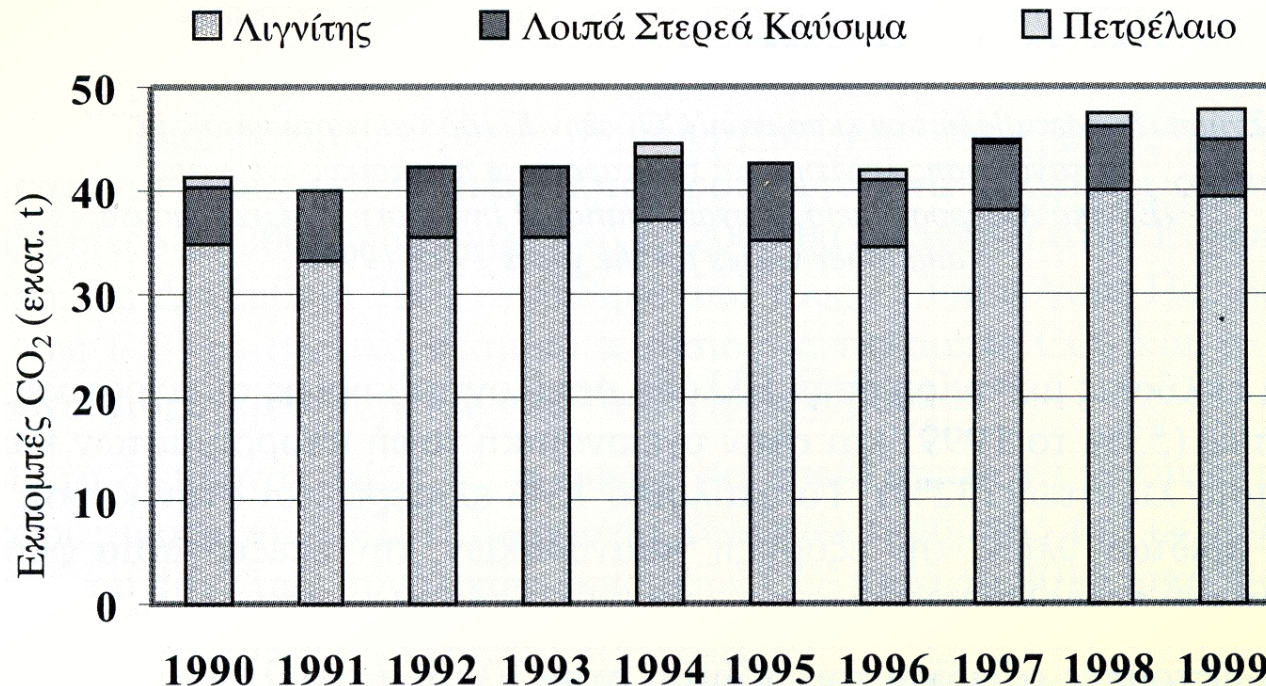
Το εμπόριο ρύπων άρχισε άτυπα το 1996 και μέχρι το 2002 έχουν αλλάξει χέρια δικαιώματα εκπομπών συνολικού ύψους 500 εκατ. δολ., αντιπροσωπεύοντας περίπου 200 εκατ. τόνους αερίων, (σύμφωνα με την Παγκόσμια Τράπεζα).

Οι τιμές των δικαιωμάτων στην ελεύθερη αγορά έφθασαν το 2002 μέχρι και 16 δολάρια/τόννο, μεταξύ εταιρειών όπως η BP, η Mitsubishi, η DuPont, η Statoil κ.α., όμως σήμερα έχουν υποχωρήσει πολύ σημαντικά



ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΕΡΙΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ - Ελλάδα

Το 91% των εκπομπών CO₂ στην Ελλάδα οφείλονται στην καύση ορυκτών πρώτων υλών . Οι επιμέρους τομείς συμβάλλουν ως εξής: 53% παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, 25% μεταφορές, 10% βιομηχανία, 3% διυλιστήρια

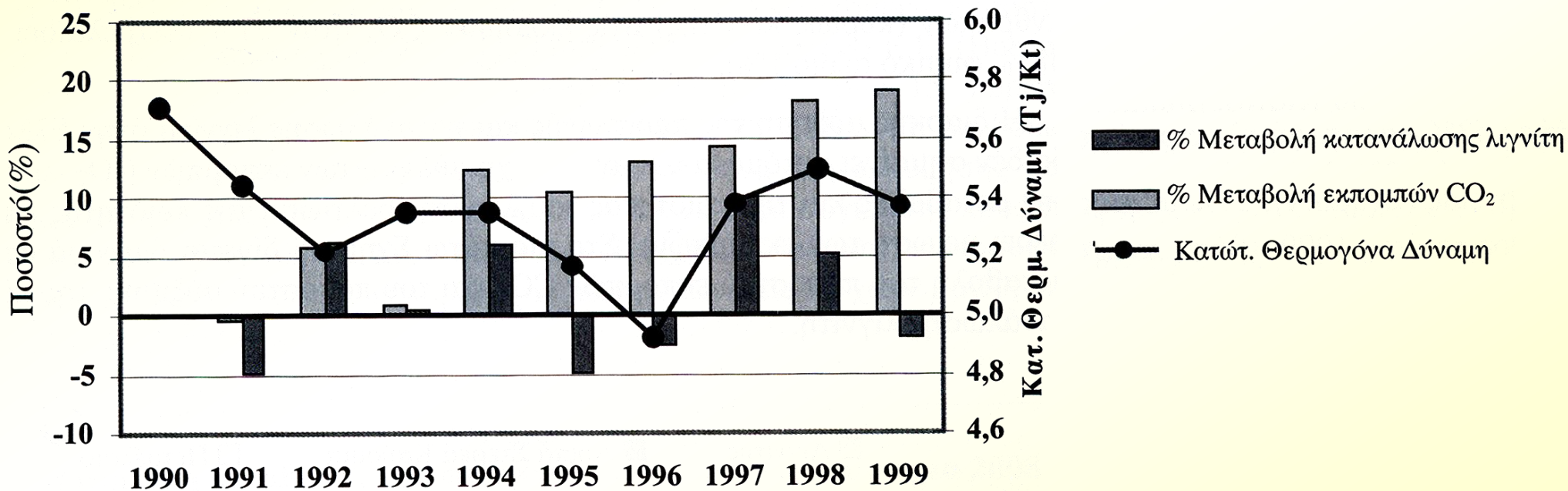


Εκπομπές CO₂ στην Ελλάδα από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας



ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΕΡΙΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ - Ελλάδα

Η διαρκής αύξηση της παραγωγής και κατανάλωσης λιγνίτη στην Ελλάδα δεν σημαίνει αυτόματα και αντίστοιχη αύξηση των εκπομπών CO₂, λόγω της μεταβολής και της βελτίωσης της ποιότητας του λιγνίτη.



Μεταβολή των εκπομπών CO₂ στην Ελλάδα σε σχέση με τη μεταβολή της κατανάλωσης λιγνίτη για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας



ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΕΡΙΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ - Ελλάδα

Οι εκλύσεις μεθανίου στην Ελλάδα οφείλονται κυρίως στη γεωργία (53% το 1999) και στην υγειονομική ταφή απορριμμάτων και κατεργασία λυμάτων (32%). Το υπόλοιπο 15% επιμερίζεται στην καύση ορυκτών πρώτων υλών, την εξόρυξη γαιανθράκων, την επεξεργασία φυσικού αερίου και πετρελαιοειδών.

Οι εκπομπές N_2O στην Ελλάδα οφείλονται κυρίως στη διαδικασία βελτίωσης εδαφών με νιτρικά λιπάσματα (60% το 1999), την καύση ορυκτών πρώτων υλών (35%) και τη βιομηχανία παραγωγής νιτρικού οξέως (5%).



ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΤΟΥ ΚΙΟΤΟ - Ελλάδα

Η Ελλάδα στο διάστημα **1990-2002** αύξησε τις εκπομπές των αερίων θερμοκηπίου κατά **26,5%**. Αν συνεχίσει με τον ίδιο ρυθμό και χωρίς τη λήψη μέτρων, τότε το 2010 η αύξηση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου θα φθάσει το **35,8%** σε σχέση με τα επίπεδα του 1990, δηλ θα ξεπεραστούν κατά πολύ τα όρια του Πρωτοκόλλου του Κιότο (7% πάνω από το όριο εκπομπών σε σχέση με τα επίπεδα του 1990).

Η πορεία αυτή οφείλεται κυρίως στην εξάρτηση της Ελλάδας από ρυπογόνα ορυκτά καύσιμα (λιγνίτη και πετρέλαιο), στη χαμηλή διείσδυση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) και στην απουσία μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας.

Επομένως, η Ελλάδα θα κληθεί είτε να πληρώσει για να αγοράσει δικαιώματα εκπομπών είτε, να καταβάλλει πρόστιμα.



ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μέσα στο περιβάλλον αυτό, η βιομηχανία παραγωγής και αξιοποίησης του άνθρακα αντιμετωπίζει προβλήματα και προκλήσεις. Υπάρχουν σημαντικά περιθώρια βελτιώσεων σε πολλούς τομείς, όπως

- ✓ η εξοικονόμηση ενέργειας στις μεταλλευτικές δραστηριότητες,
- ✓ η μείωση των εκπομπών αέριων ρύπων από τα κυκλώματα αερισμού των υπόγειων ανθρακωρυχείων,
- ✓ η σύλληψη και αξιοποίηση του μεθανίου που εκλύεται στα μέτωπα και τις ζώνες κατακρήμνισης.

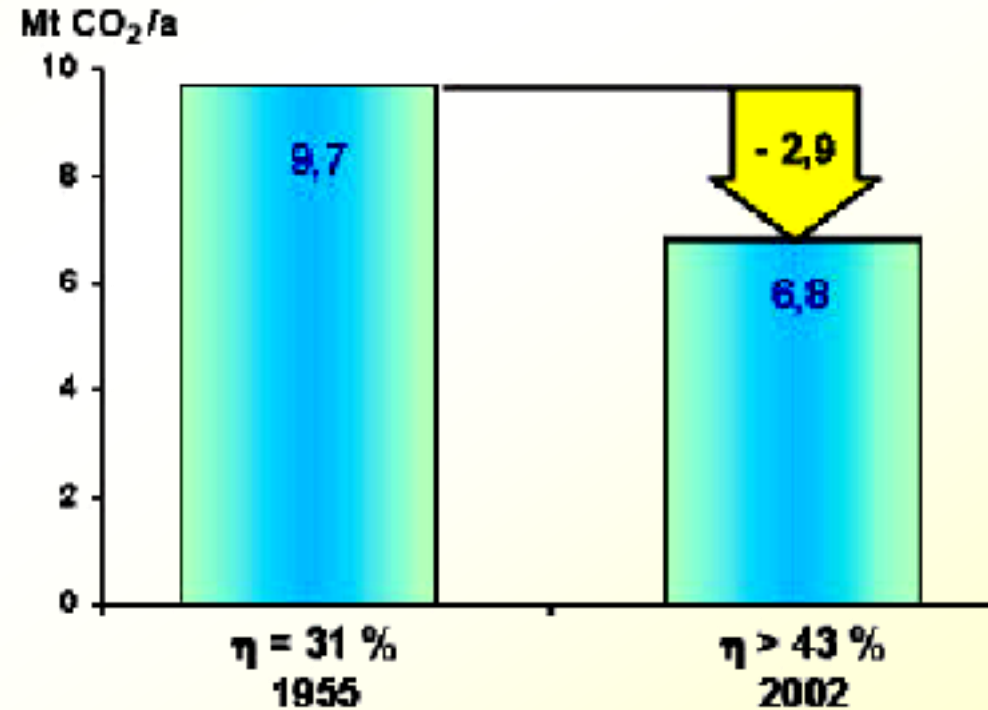
Η χρήση «καθαρών τεχνολογιών» αξιοποίησης των στερεών καυσίμων εστιάζει σε τρεις τομείς: διαδικασίες προετοιμασίας του καυσίμου πριν την καύση του, αποδοτικότερες τεχνικές καύσης με μειωμένες εκπομπές και συστήματα δέσμευσης των ρύπων στα καυσαέρια.



ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι «καθαρές τεχνολογίες» προετοιμασίας του καυσίμου πριν την καύση του έχουν στόχο την παραγωγή άνθρακα υψηλότερης θερμογόνας δύναμης, μέσω κατεργασίας των μεταλλευτικών προϊόντων.

Η εισαγωγή νέων τεχνολογιών στις διαδικασίες καύσης κατά την κατασκευή νέων θερμικών σταθμών μπορεί να συμβάλλει αποφασιστικά στη μείωση των εκπομπών αερίων του Θερμοκηπίου, καθώς μια βελτίωση του βαθμού απόδοσης από 30% σε 40% μειώνει τις εκπομπές CO₂ κατά 25%.



Συσχέτιση εκπομπών CO₂ με το βαθμό απόδοσης μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας



ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

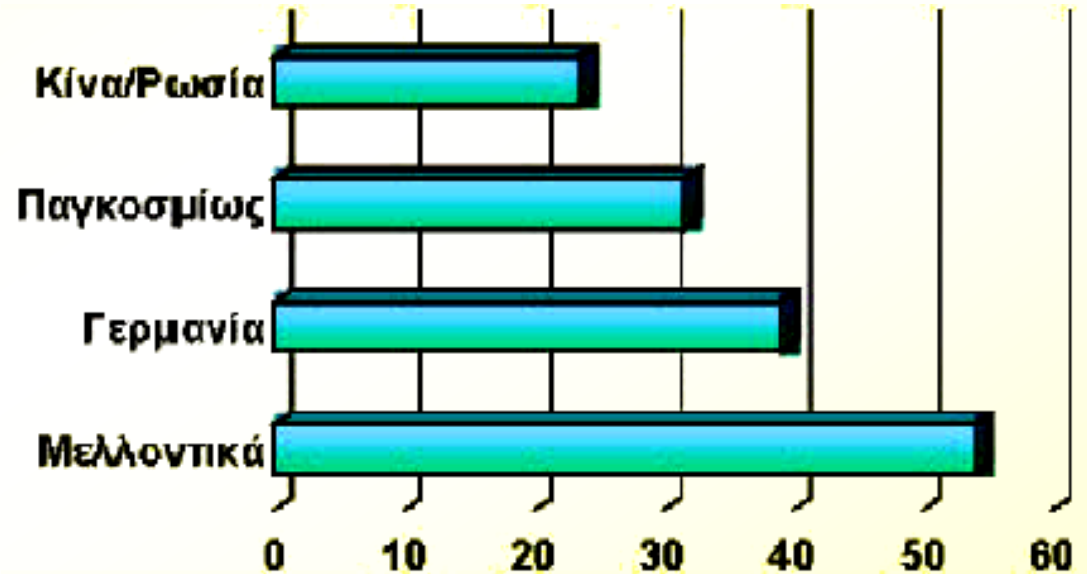
Στην Ευρωπαϊκή Ένωση τα σύγχρονα ηλεκτροστατικά φίλτρα συγκράτησης της τέφρας και οι εγκαταστάσεις αποθείωσης και μείωσης του NOx αποτελούν βασικό εξοπλισμό των ανθρακικών μονάδων ηλεκτροπαραγωγής.

Οι ανθρακικοί σταθμοί με την αύξηση του βαθμού απόδοσης και με τη βελτίωση των χαρακτηριστικών αυτών, μπορούν να συμβάλλουν αποφασιστικά στη μείωση των εκπομπών CO₂.



ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ήδη σήμερα η συμβατική τεχνολογία της καύσης του κονιοποιημένου άνθρακα με υπερκρίσιμους παραμέτρους ατμού, είναι και δοκιμασμένη και αξιόπιστη τεχνολογία, εφαρμόζεται στη Γερμανία και επιτυγχάνει βαθμό απόδοσης ~ 43%, με προοπτική αύξησης στο 50% τα επόμενα χρόνια.



Βαθμός απόδοσης των μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας – πρόβλεψή του λόγω βελτίωσης της τεχνολογίας



ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι τεχνολογικές αυτές εξελίξεις σε συνδυασμό και με τα άλλα πλεονεκτήματα του άνθρακα ως καύσιμο δημιουργούν **θετικές προοπτικές** για μια **αξιόπιστη, οικονομική και περιβαλλοντικά συμβατή αξιοποίηση του άνθρακα** και για το μέλλον.