



Ιπτάμενη Τέφρα:

ένα παραπροϊόν της παραγωγής ηλεκτρικής
ενέργειας των λιγνιτικών σταθμών

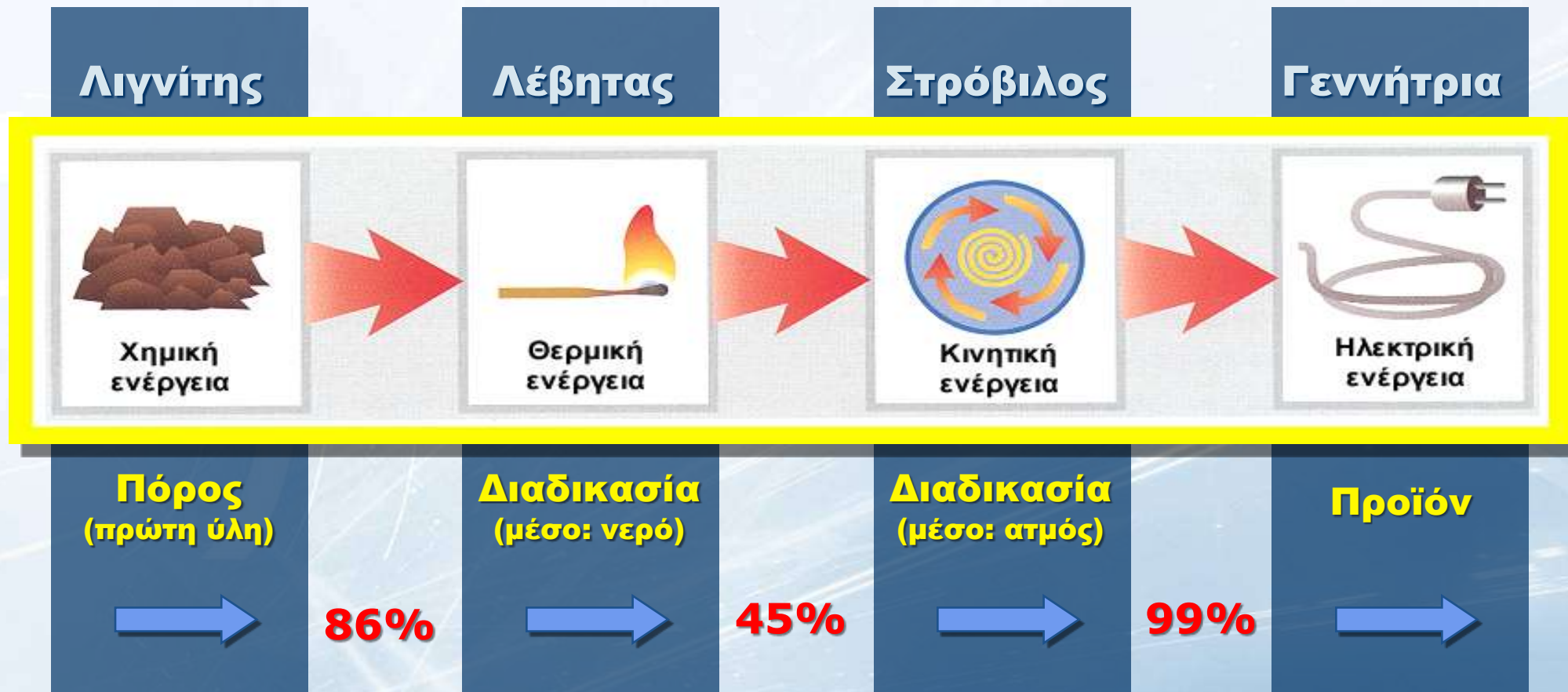
Θ. Παπαδέλης
Βοηθός Διευθυντής ΔΕΘ

Γρ. Χατζηφώτης
Βοηθός Διευθυντής ΔΕΘ

Α. Καστανάκη
Τομεάρχης ΔΕΘ

Δ. Σωτηρόπουλος
Τομεάρχης ΔΕΘ

Διαδοχική μετατροπή ενέργειας

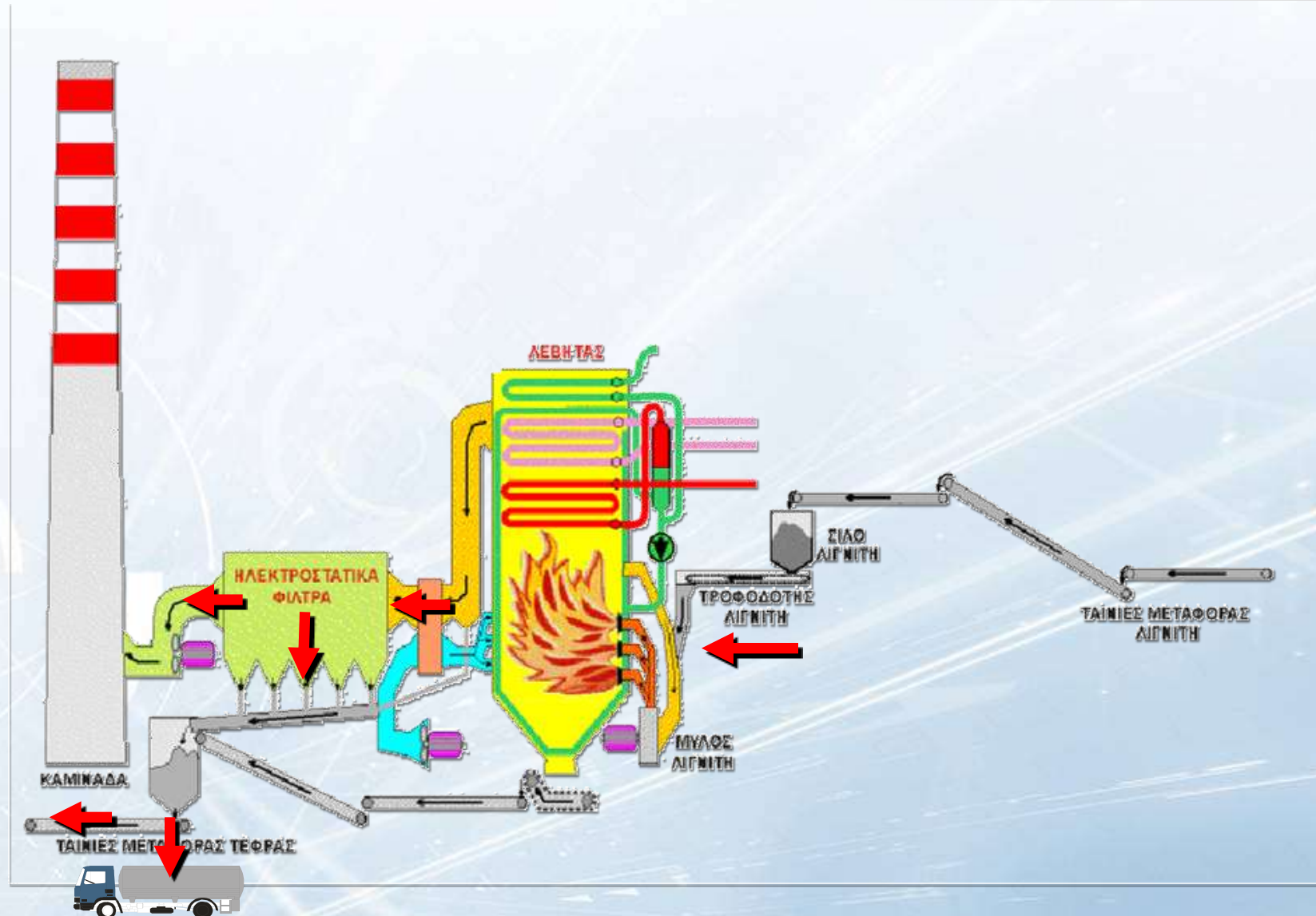


ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ: 38 - 39 %

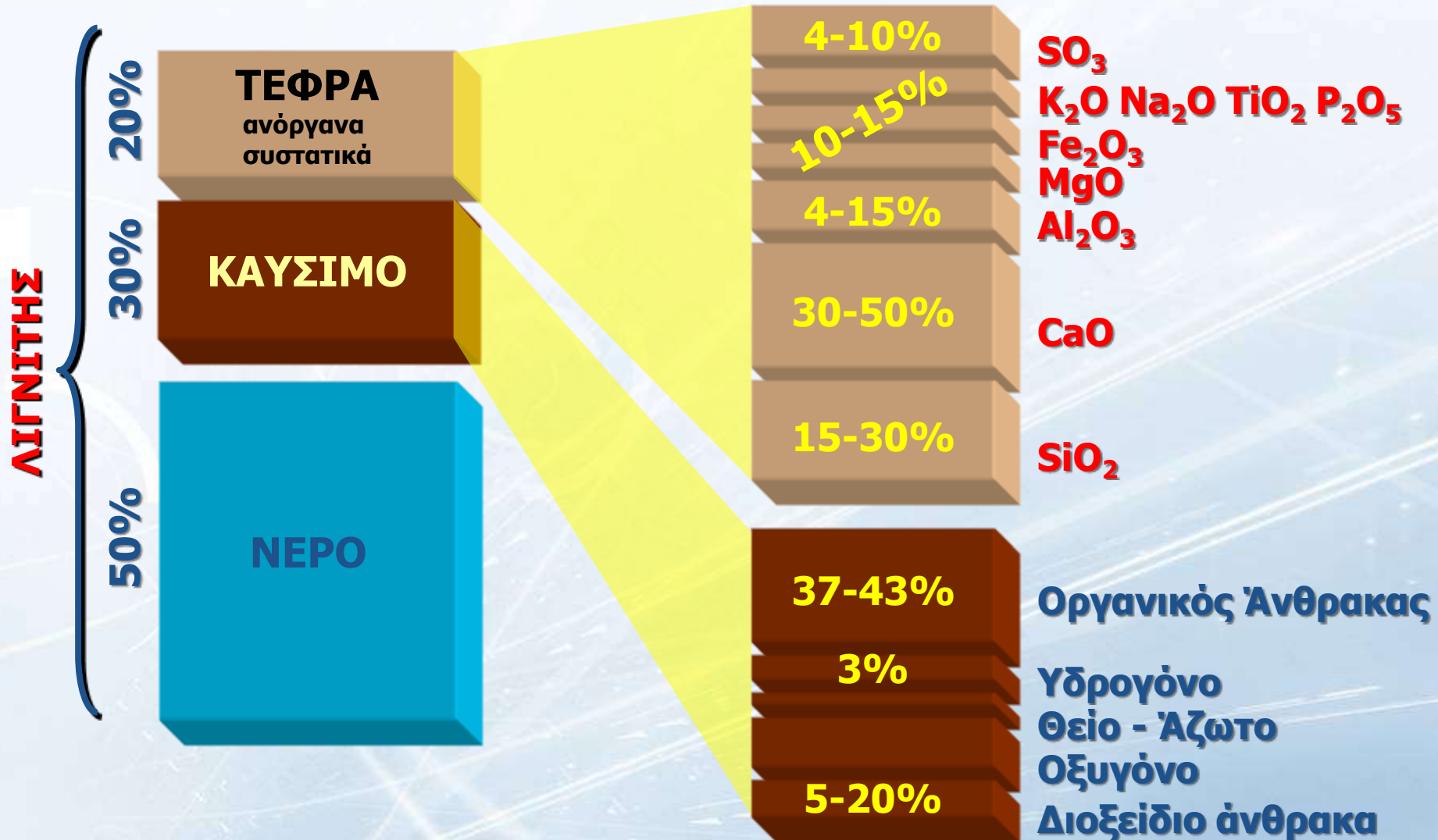
Διαδοχική μετατροπή ενέργειας



Παραγωγή και διακίνηση τέφρας



Σύσταση λιγνίτη





Έγκριση Εθνικής Τεχνικής Προδιαγραφής: «ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΙΠΤΑΜΕΝΕΣ ΤΕΦΡΕΣ»

με την Υπουργική Απόφαση ΥΠΕΧΩΔΕ/281/2007
(ΦΕΚ 551Β/18-4-2007)

Τ Α Υ Τ Ο Τ Η Τ Α

ΤΕΦΡΑ



SO_3

K_2O Na_2O TiO_2 P_2O_5

Fe_2O_3 EC Number

MgO

Al_2O_3

CAS Number

CaO

SiO_2

ΙΠΤΑΜΕΝΗ
ΤΕΦΡΑ

ΥΓΡΗ
ΤΕΦΡΑ

268-627-4

270-708-4

68131-74-8

68476-96-0

Αρ. προ-καταχώρησης

05-2114745232-56

05-2115035225-58



Έγκριση Εθνικής Τεχνικής Προδιαγραφής: «ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΙΠΤΑΜΕΝΕΣ ΤΕΦΡΕΣ»

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ & ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΟΚΙΜΩΝ

Απώλεια πύρωσης	EN 196-2
Λεπτότητα	EN 196-6
Ελεύθερο CaO	EN 451-1
Χλωριόντα	EN 196-2
SO ₃	EN 196-2
Πυκνότητα σωματιδίων	EN 196-6
Δείκτης ενεργότητας	EN 196-1
SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃	EN 196-2
Δραστικό SiO ₂	EN 197-1
Αλκάλια	EN 196-2
Αρχικός χρόνος πήξης	EN 196-3
Υγρασία	ASTM C311-98b

Έγκριση Εθνικής Τεχνικής Προδιαγραφής:
«ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΙΠΤΑΜΕΝΕΣ ΤΕΦΡΕΣ»

με την Υπουργική Απόφαση ΥΠΕΧΩΔΕ/281/2007
(ΦΕΚ 551Β/18-4-2007)



Έγκριση Εθνικής Τεχνικής Προδιαγραφής: «ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΙΠΤΑΜΕΝΕΣ ΤΕΦΡΕΣ»

ΠΡΟΤΥΠΟΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΟΚΙΜΩΝ

ΕΛΟΤ EN 450-1

Ιπτάμενη Τέφρα για σκυρόδεμα-Μέρος 1: Ορισμός, προδιαγραφές και κριτήρια συμμόρφωσης

ΕΛΟΤ EN 450-2

Ιπτάμενη Τέφρα για σκυρόδεμα-Μέρος 2: Αξιολόγηση της συμμόρφωσης

ΕΛΟΤ EN 196-1

Μέθοδοι δοκιμής τσιμέντου-Μέρος 1: Προσδιορισμός αντοχών

ΕΛΟΤ EN 196-2

Μέθοδοι δοκιμής τσιμέντου-Μέρος 2: Χημική ανάλυση τσιμέντου

ΕΛΟΤ EN 196-3

Μέθοδοι δοκιμής τσιμέντου-Μέρος 3: Προσδιορισμός χρόνου πήξης και σταθερότητας όγκου

ΕΛΟΤ EN 196-6

Μέθοδοι δοκιμής τσιμέντου-Μέρος 6: Προσδιορισμός λεπτότητας

ΕΛΟΤ EN 196-7

Μέθοδοι δοκιμής τσιμέντου-Μέρος 7: Μέθοδοι λήψης και παρασκευής δειγμάτων τσιμέντου

ΕΛΟΤ EN 197-1

Τσιμέντο-Μέρος 1: Σύνθεση, προδιαγραφές και κριτήρια συμμόρφωσης για κοινά τσιμέντα

ΕΛΟΤ EN 206-1

Σκυρόδεμα-Μέρος 1: Προδιαγραφή, επίδοση, παραγωγή και συμμόρφωση

ΕΛΟΤ EN 451-1

Μέθοδος δοκιμής ιπτάμενης τέφρας-Μέρος 1: Προσδιορισμός περιεκτικότητας σε ελεύθ. οξείδιο του ασβεστίου

ΕΛΟΤ EN 451-2

Μέθοδος δοκιμής ιπτάμενης τέφρας-Μέρος 2: Προσδιορισμός λεπτότητας σε υγρό κοσκίνισμα

UNE 83420 (Spain)

Πρόσθετα σκυροδέματος, ιπτάμενες τέφρες. Προδιαγραφή για ιπτ. Τέφρες με περιεκτικότητα σε CaO >10%

Έγκριση Εθνικής Τεχνικής Προδιαγραφής:
«ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΙΠΤΑΜΕΝΕΣ ΤΕΦΡΕΣ»

με την Υπουργική Απόφαση ΥΠΕΧΩΔΕ/281/2007
(ΦΕΚ 551Β/18-4-2007)



Έγκριση Εθνικής Τεχνικής Προδιαγραφής: «ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΙΠΤΑΜΕΝΕΣ ΤΕΦΡΕΣ»

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΤΕΦΡΩΝ & ΑΠΟΔΕΚΤΑ ΟΡΙΑ

	R_{45}	SO_3	CaO_{free}
Ακατέργαστες (EIT1)	≤ 45 %	≤ 7 %	-
Κατεργασμένες (EIT2)	≤ 30 %	≤ 5 %	≤ 3 %

Στην κατηγορία EIT1, συμπεριλαμβάνονται οι Ι.Τ. που διατίθενται όπως συλλέγονται (ακατέργαστες τέφρες) ή με στοιχειώδη ομογενοποίηση επιλεκτικά συλλεγόμενου υλικού, για τις οποίες μπορεί να καθορισθούν όρια ανάλογα με την προβλεπόμενη χρήση.

Στην κατηγορία EIT2 (κατεργασμένες τέφρες) συμπεριλαμβάνονται οι ΙΤ που είναι δυνατό να υποκαταστήσουν ποσοστό τσιμέντου CEM I στο σκυρόδεμα φερουσών άοπλων κατασκευών. Για την παραγωγή κατεργασμένης τέφρας απαιτείται σύστημα ομογενοποίησης, άλεσης, υδρόλυσης και ποιοτικού ελέγχου ώστε να αποδίδεται ένα υλικό που να εμπίπτει στις διατάξεις της Προδιαγραφής αυτής.



Για κάθε τόνο ιπτάμενης τέφρας άνθρακα που χρησιμοποιείται:

Η ενέργεια που σώζεται μπορεί να
ηλεκτροδοτήσει ένα μέσο νοικοκυριό
για **24 ημέρες**

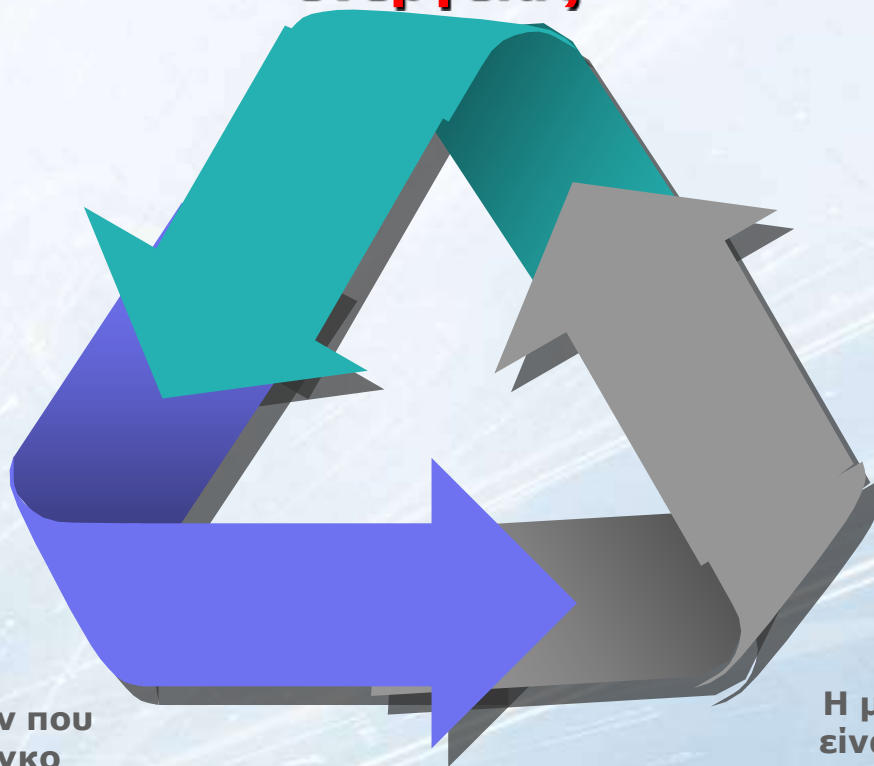
**εξοικονόμηση
ενέργειας**

**εξοικονόμηση
χώρου**

Ο χώρος ταφής αποβλήτων που
σώζεται αντιστοιχεί σε όγκο
στερεών αποβλήτων που παράγει
ο μέσος κάτοικος πόλης για **450
ημέρες**

**εξοικονόμηση
ρύπων**

Η μείωση εκπομπών CO₂
είναι ίση με τις εκπομπές
ενός μέσου αυτοκινήτου για
2 μήνες





Χρήσεις και εφαρμογές Τέφρας

Χρήσεις Ιπτάμενης Τέφρας

Σκυροδέματα μαζικών κατασκευών

- ✓ Φράγματα
- ✓ Τεχνητοί ογκόλιθοι λιμενικών έργων
- ✓ Τοίχοι βαρύτητας

Στοιχεία σκυροδέματος

- ✓ New Jersey
- ✓ Τριγωνικές τάφροι
- ✓ Άλλες τεχνικές στοιχεία που απαιτούνται

Ε
πρα

Στηρίξει
τοίχοι

- ✓ Κυβόλιθοι
- ✓ Πλάκες επιστρώσης
- ✓ Τσιμεντόλιθοι
- ✓ Άοπλοι σωλήνες
- ✓ Στύλοι περίφραξης

Σταθ
υποβ

- ✓ Κατασκευές πασσάλων με χρήση ενεμάτων για βελτίωση ιδιοτήτων εδάφους

Παραδείγματα εφαρμογών Τέφρας στην Ευρώπη



**Πύργοι Castor και Pollux,
Φρανκφούρτη, Γερμανία**



**Πύργος Picasso, Μαδρίτη
Ισπανία**



**Θέατρο στο Den Haag της
Ολλανδίας**



**Γέφυρα Great Belt East,
Funen & Zealand, Δανία**



Φράγμα Puylaurent, Γαλλία



Φράγμα Πλατανόβρυσης, Ελλάδα



Σιλό τέφρας, Genk-Langerlo, Βέλγιο

Παραδείγματα εφαρμογών Τέφρας στην Ευρώπη



Πύργοι Ψύξης, Niederauβem,
Γερμανία



Πετάσματα αέρα, Rotterdamm,
Ολλανδία



Παράκτια αποθήκη πετρελαίου
B.P. Harding Gravity Base,
Βρετανία



Υγρή τέφρα σαν υλικό
αμμοβολής



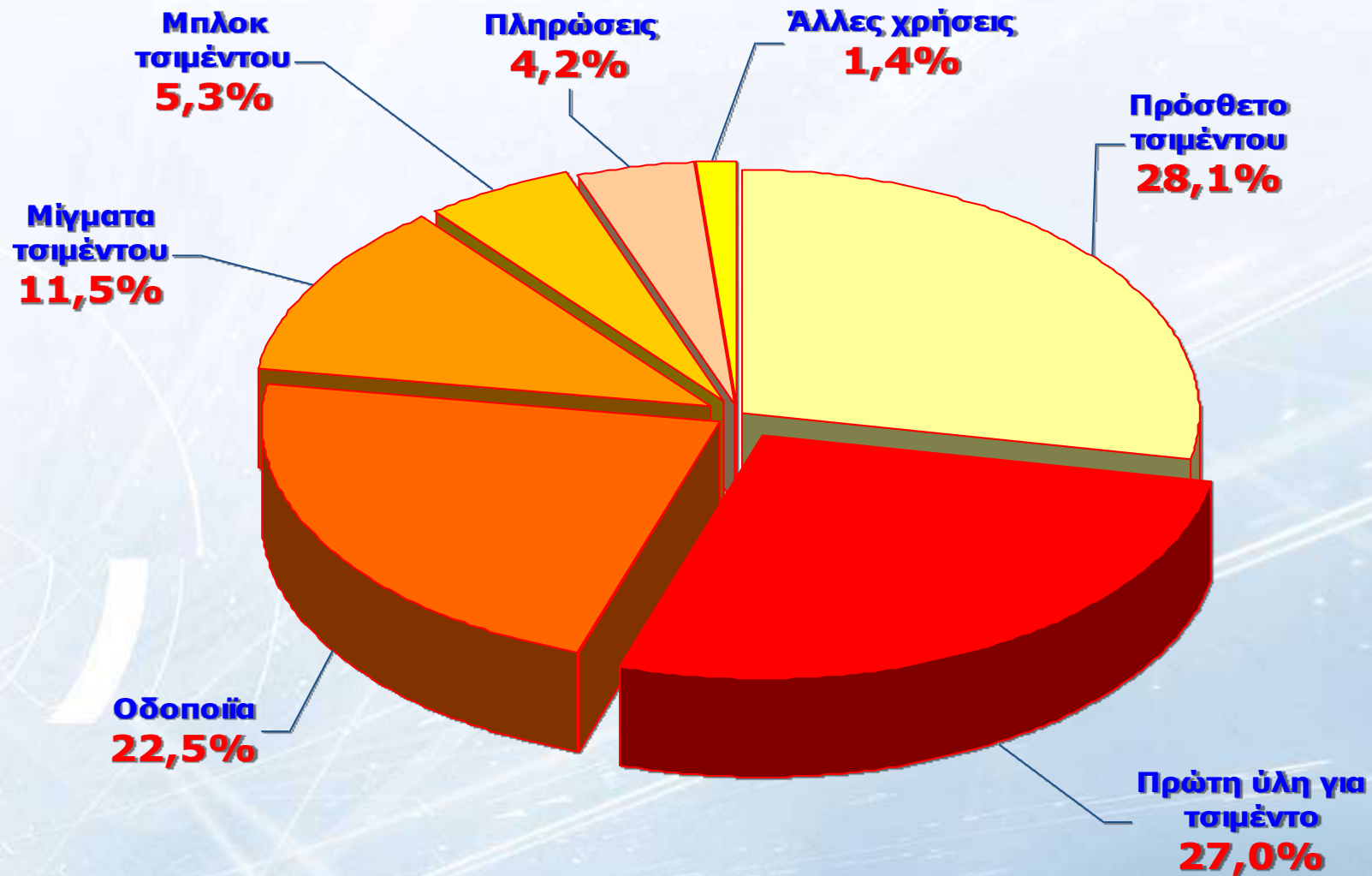
Ιπτ.Τέφρα σαν βάση οδοποιίας
(FABM), Βρετανία



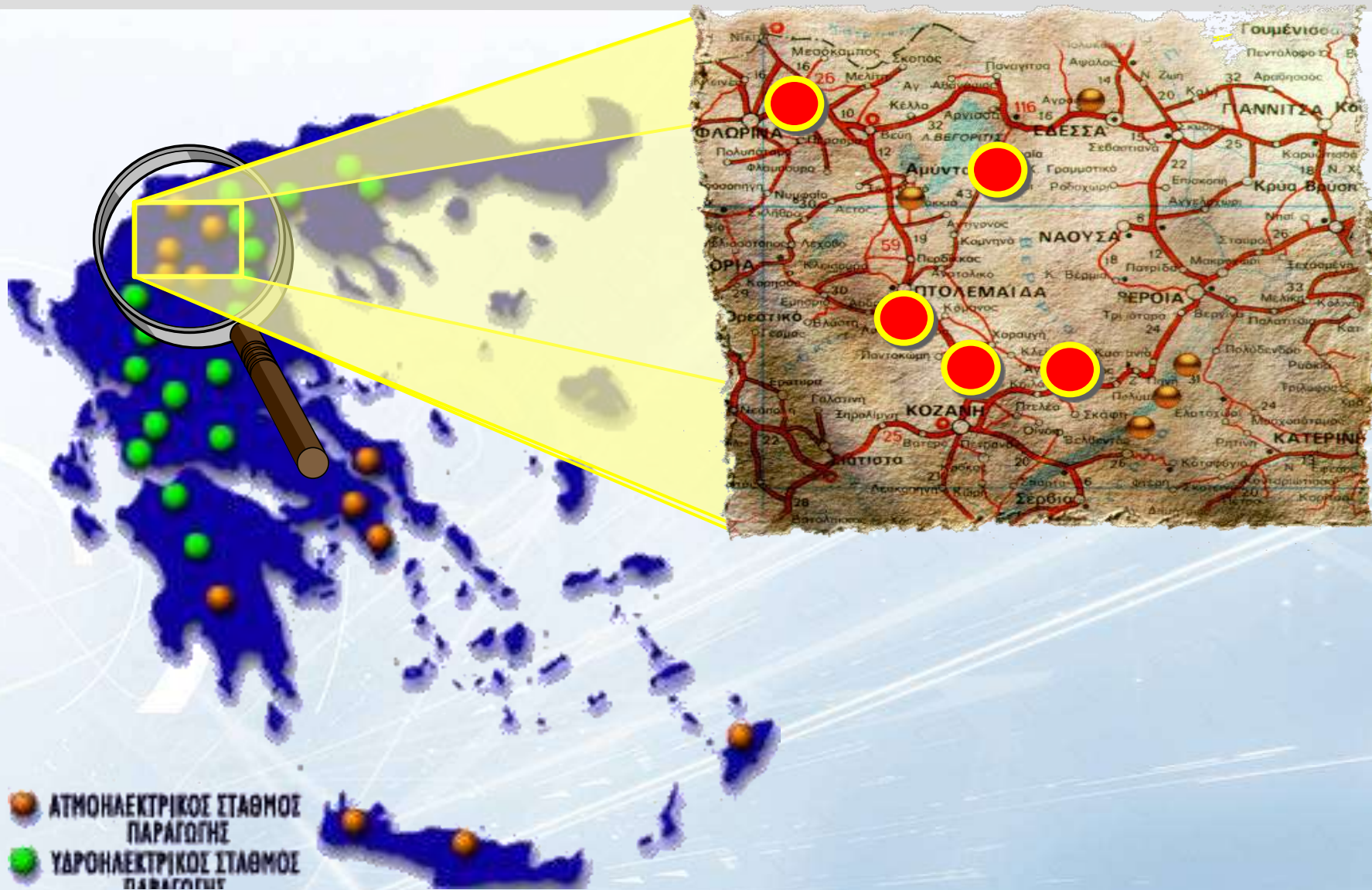
Κατασκευή πλινθων, Bochum
Γερμανία



Χρήση της ιπτάμενης τέφρας στην Ευρώπη (ΕΕ 15) για το 2003



Λιγνιτικοί Σταθμοί στη Δυτική Μακεδονία





Λιγνιτικοί Σταθμοί στη Δυτική Μακεδονία

ΜΟΝΑΔΕΣ 2 ΙΣΧΥΣ 600 ΕΤΟΣ ΕΝΑΡΞΗΣ 1987



ΑΗΣ ΑΜΥΝΤΑΙΟΥ ΦΙΛΩΤΑ

ΜΟΝΑΔΕΣ 1 ΙΣΧΥΣ 330 ΕΤΟΣ ΕΝΑΡΞΗΣ 2003



ΑΗΣ ΜΕΛΙΤΗΣ

ΜΟΝΑΔΕΣ 4 ΙΣΧΥΣ 620 ΕΤΟΣ ΕΝΑΡΞΗΣ 1959



ΑΗΣ ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑΣ

ΜΟΝΑΔΕΣ 4 ΙΣΧΥΣ 1250 ΕΤΟΣ ΕΝΑΡΞΗΣ 1974

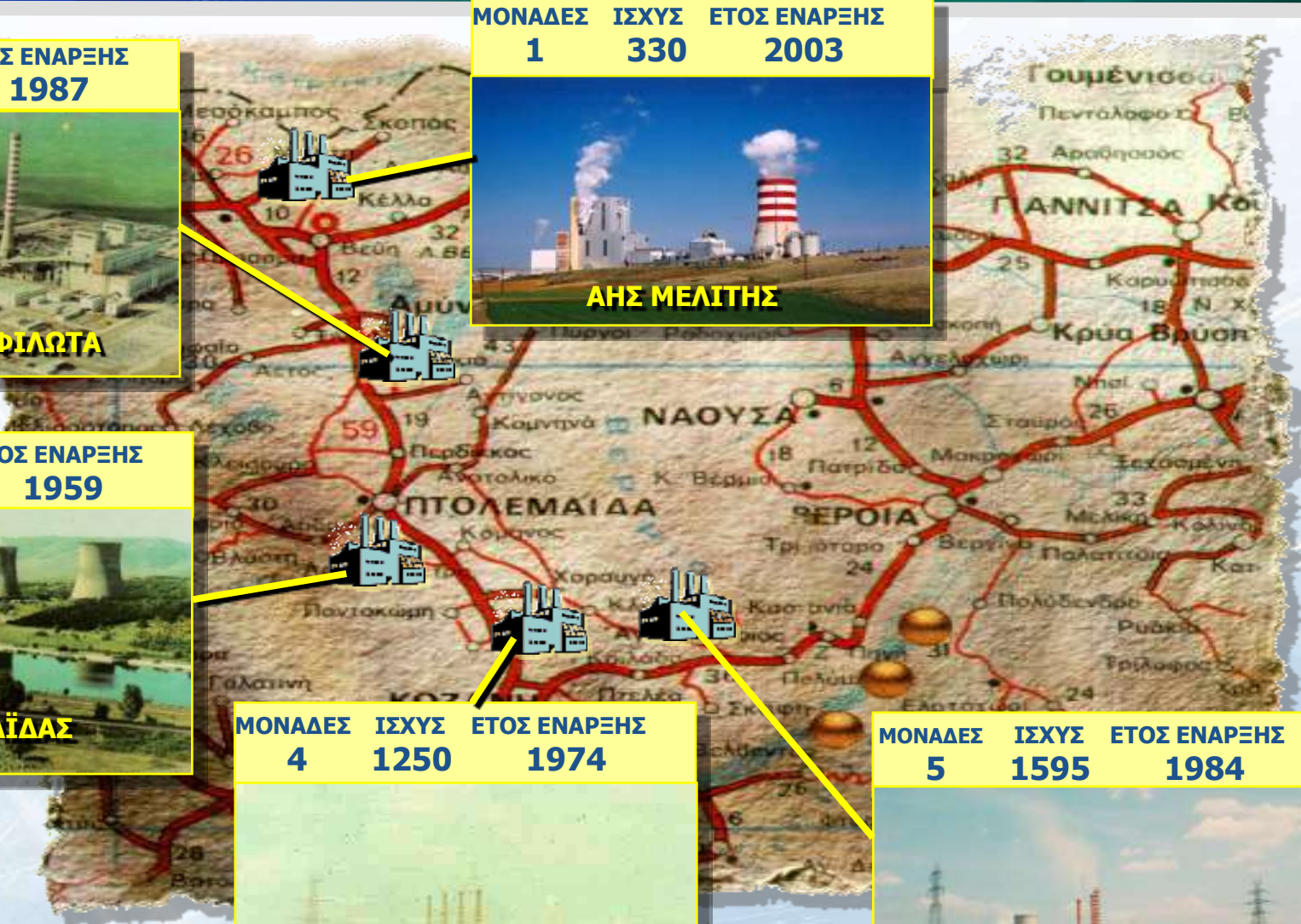


ΑΗΣ ΚΑΡΔΙΑΣ

ΜΟΝΑΔΕΣ 5 ΙΣΧΥΣ 1595 ΕΤΟΣ ΕΝΑΡΞΗΣ 1984



ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ





Παραγωγή-Διάθεση τέφρας των ΑΗΣ της Δυτ. Μακεδονίας



Πρόσθετο τσιμέντου

65-70% ΑΓΕΤ ΗΡΑΚΛΗΣ

25-30% ΤΙΤΑΝ

5-10% ΧΑΛΚΙΔΑ

**80% της
συνολικής τέφρας
(9-10 εκατ. tn)**

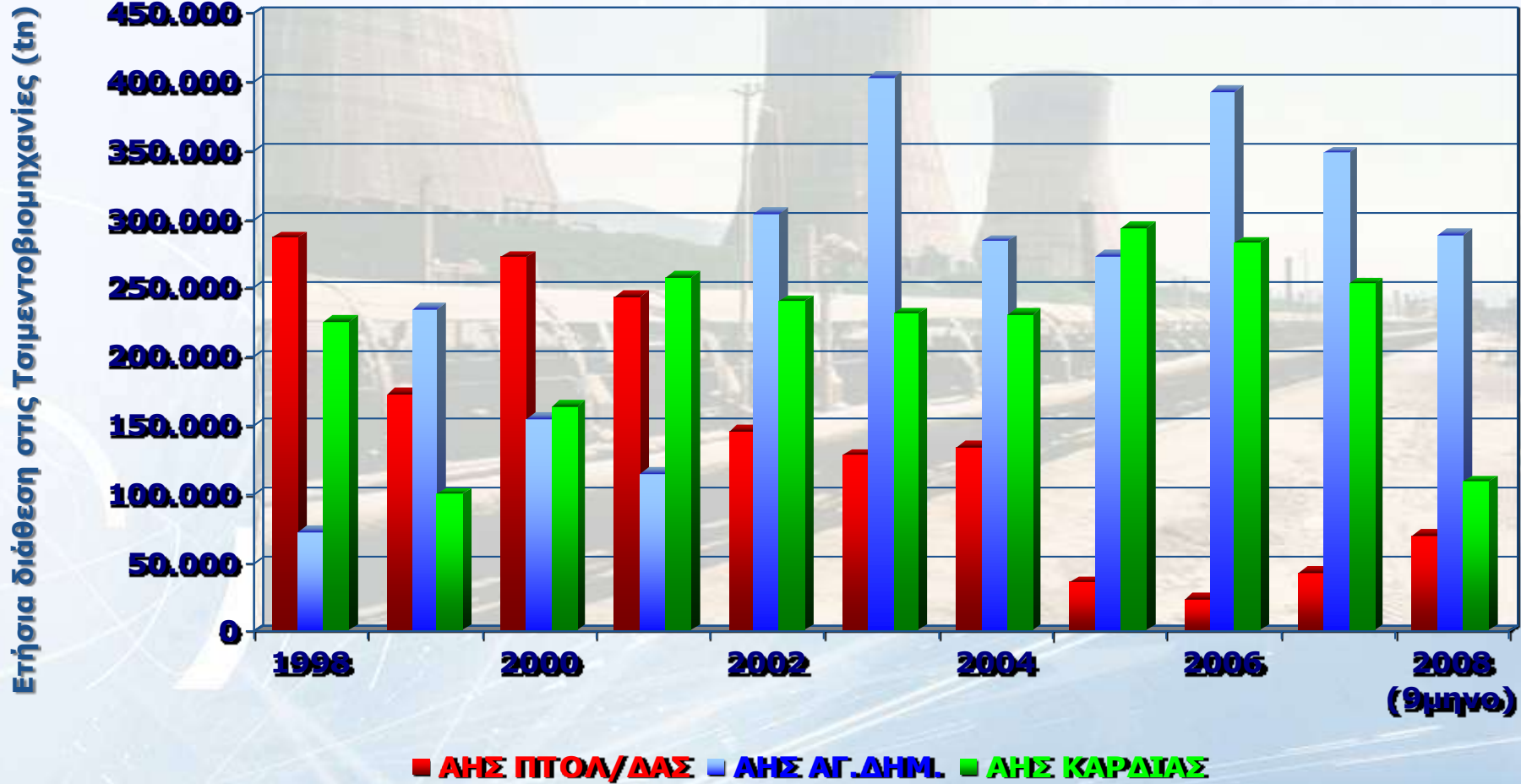
**Πρόσθετο
τσιμέντου
8 - 11 %**

**Υποστρώματα σε
διαστρώσεις
δαπέδων
Ορυχείων
17 - 20 %**

**Απόθεση-
αποκατάσταση
εδαφών
70 - 75%**

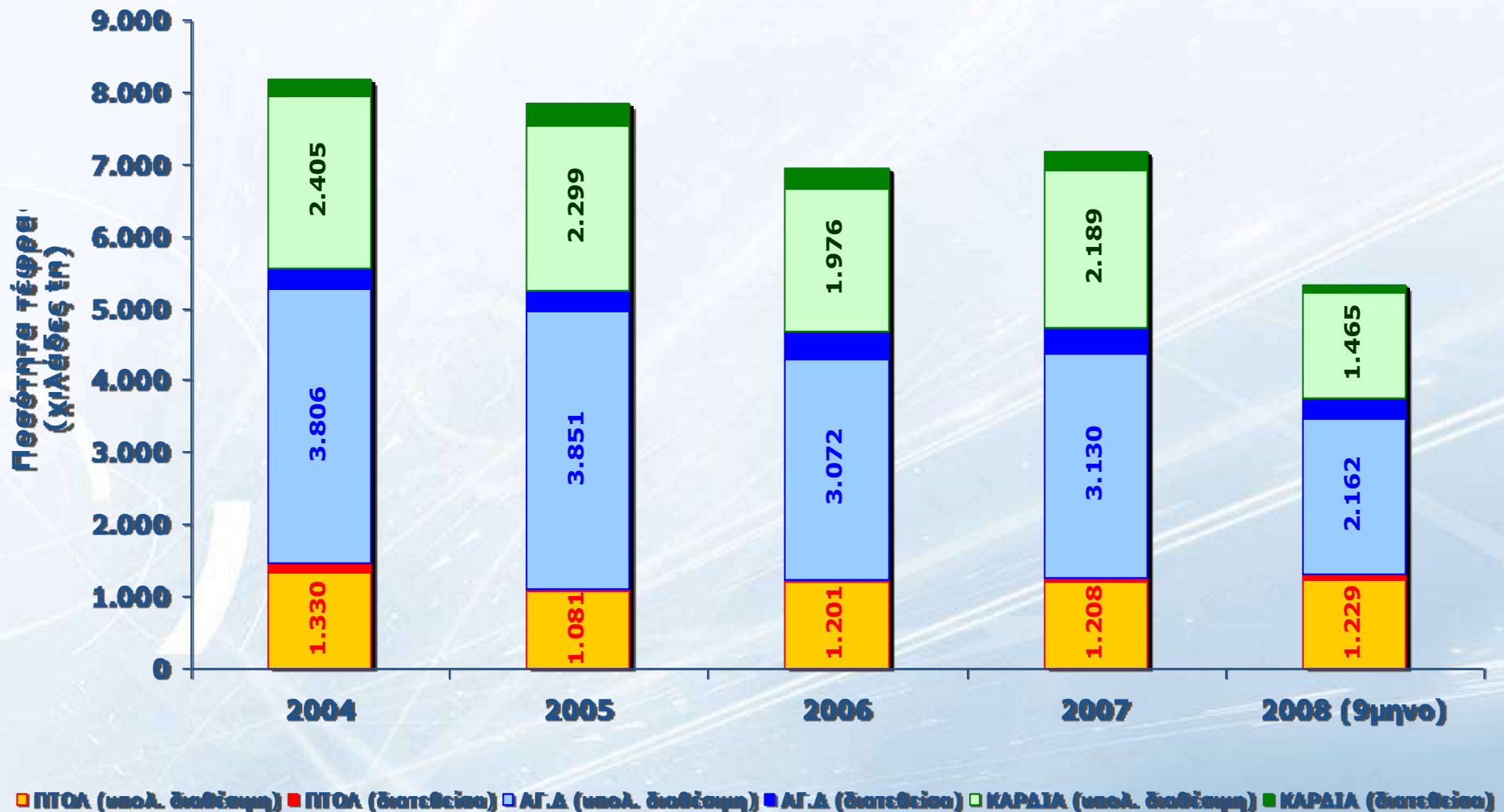


Διάθεση τέφρας των ΑΗΣ της περιοχής στην Τσιμεντοβιομηχανία



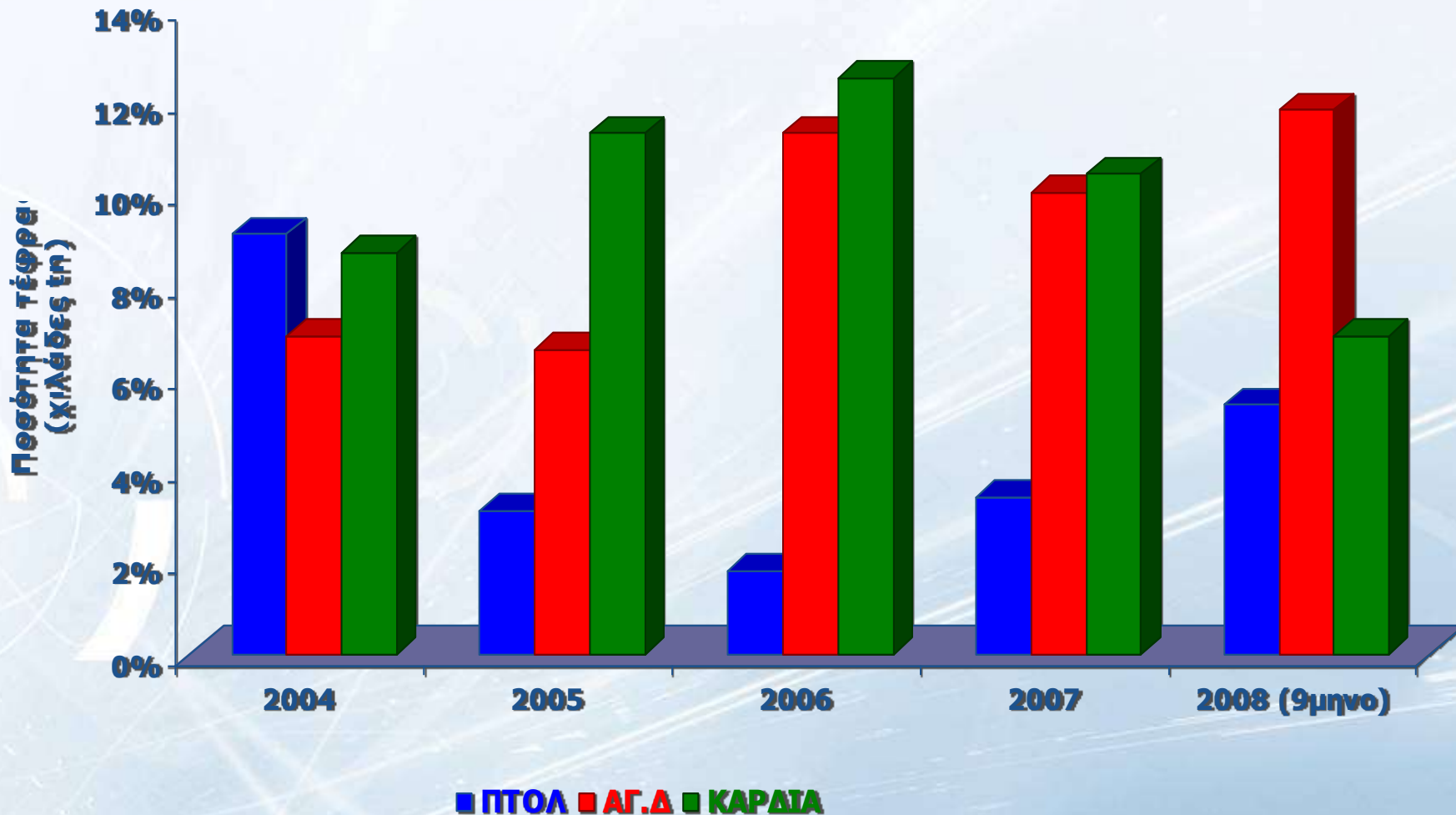


Διατιθέμενη και διαθέσιμη τέφρα των ΑΗΣ της περιοχής στην Τσιμεντοβιομηχανία





Ποσοστό διάθεσης τέφρας των ΑΗΣ της περιοχής στην Τσιμεντοβιομηχανία





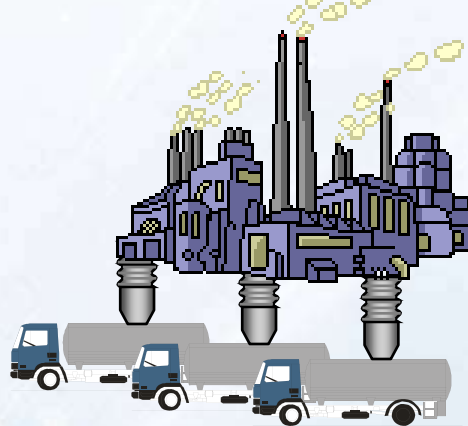
Μέγιστη ικανότητα διάθεσης τέφρας των ΑΗΣ της περιοχής στην Τσιμεντοβιομηχανία

ΑΗΣ ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑΣ



80 tn/h

ΑΗΣ ΑΓ. ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ



3 x 80 tn/h

ΑΗΣ ΚΑΡΔΙΑΣ



2 x 80 tn/h

Με 12ωρη φόρτωση σε εργάσιμες ημέρες (και 30% νεκροί χρόνοι)

180.000 tn

540.000 tn

330.000 tn

Με 24ωρη φόρτωση όλο το έτος (και 30% νεκροί χρόνοι)

490.000 tn

1.470.000 tn

980.000 tn



Συνεργασίες σε εξέλιξη



Συνεργασία ΔΕΗ με ΑΓΕΤ-ΗΡΑΚΛΗΣ και ΤΙΤΑΝΑ

Αύξηση ποσοτήτων
χρησιμοποιούμενης
τέφρας

Βελτιστοποίηση
διακίνησης
της τέφρας

Ταξινόμηση τέφρας των ΑΗΣ της Δυτ. Μακεδονίας

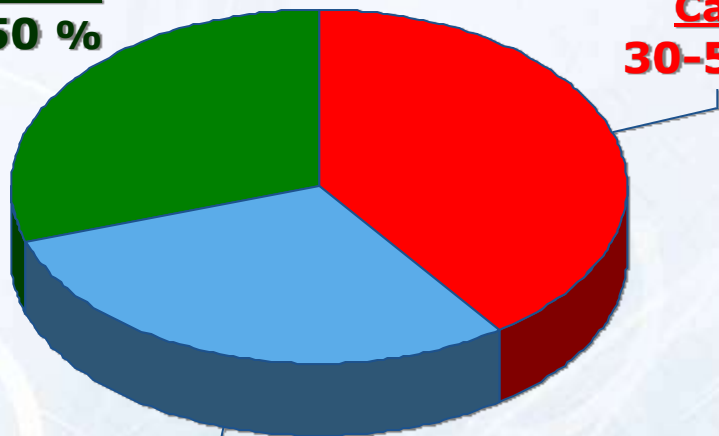
(ΑΣΒΕΣΤΟΥΧΑ ΤΕΦΡΑ)

ΑΗΣ ΑΓ. ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ
ΑΗΣ ΚΑΡΔΙΑΣ
ΑΗΣ ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑΣ

Υπόλοιπο
15-50 %

CaO
30-50%

SiO₂
20-35%



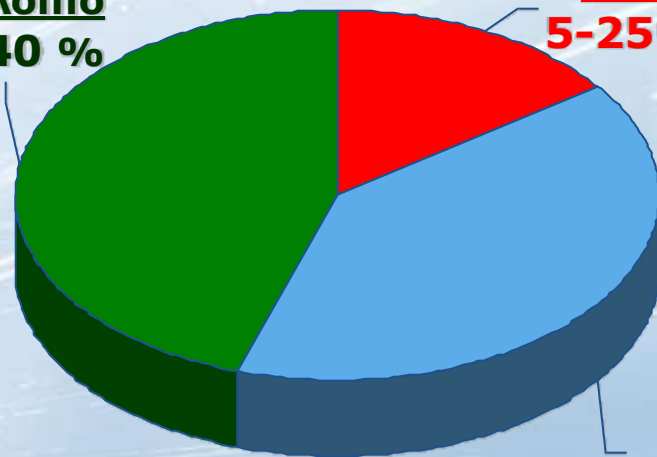
(ΠΥΡΙΤΙΟΥΧΑ ΤΕΦΡΑ)

ΑΗΣ ΑΜΥΝΤΑΙΟΥ
ΑΗΣ ΜΕΛΙΤΗΣ

Υπόλοιπο
25-40 %

CaO
5-25%

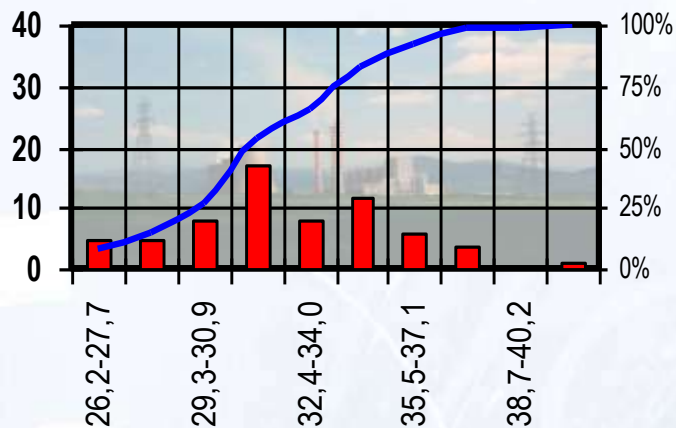
SiO₂
35-50%



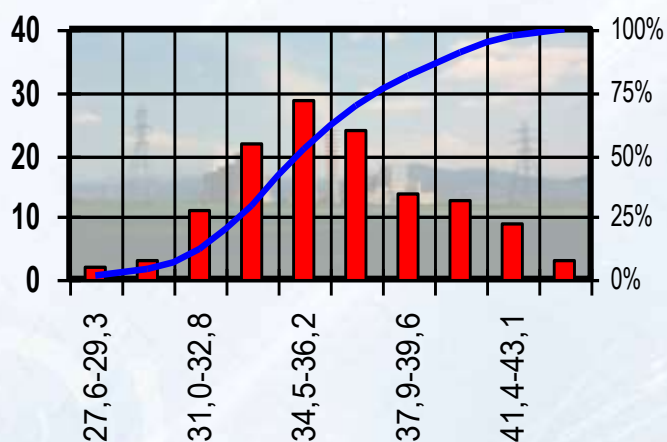


Κατανομές ποιοτικών χαρακτηριστικών τέφρας ΑΗΣ Αγ. Δημητρίου (2003-2008)

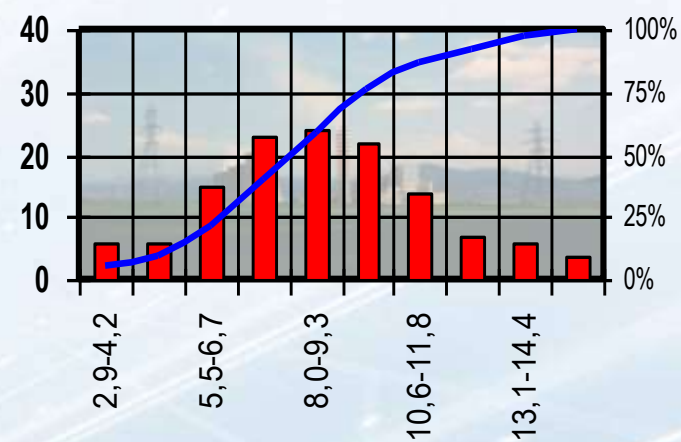
SiO₂



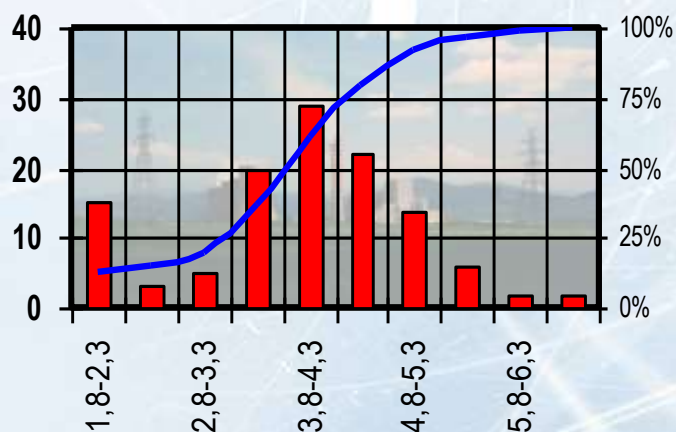
CaO



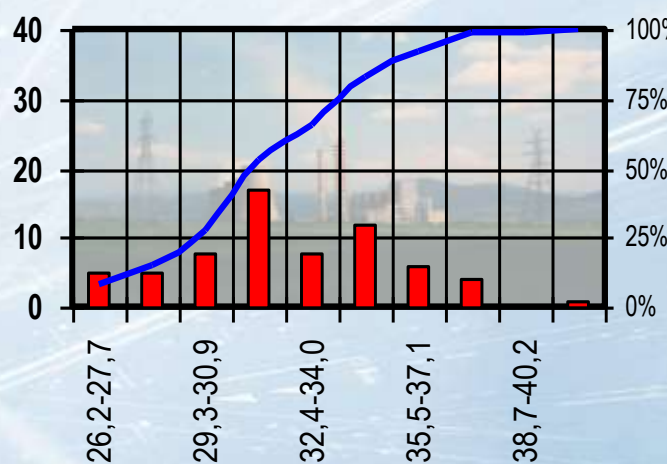
CaO (free)



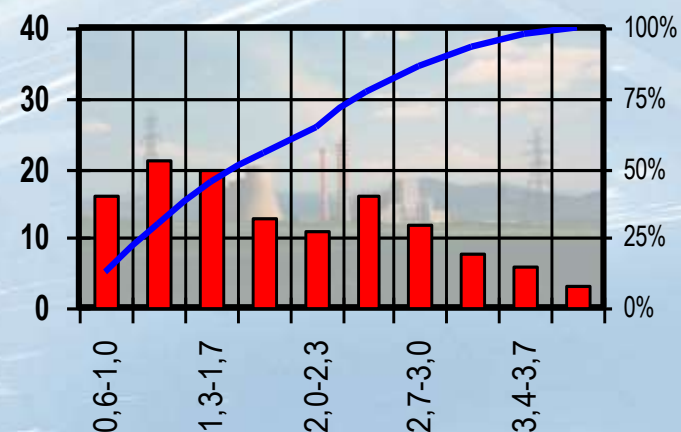
SO₃



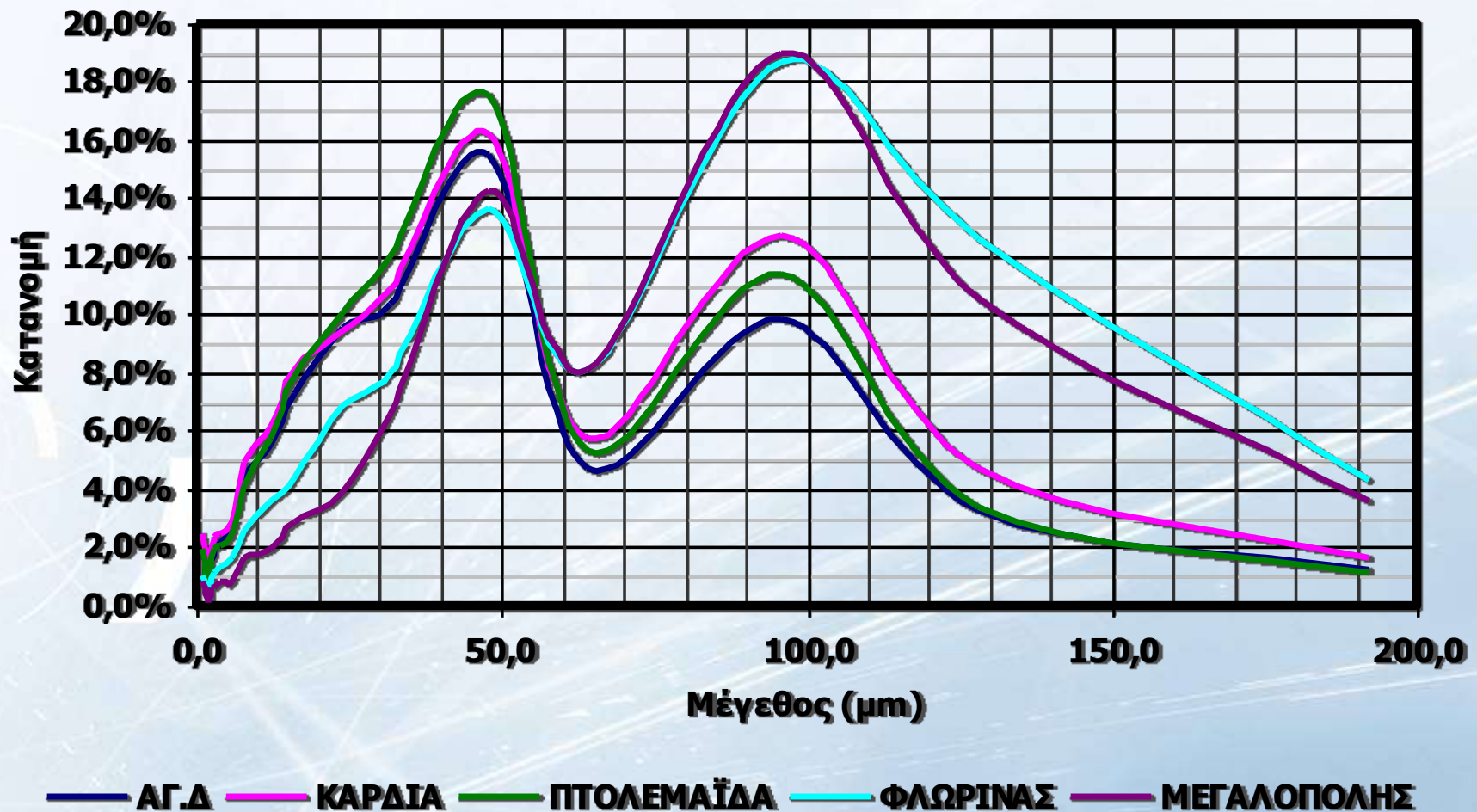
Άκαυστος άνθρακας



CO₂



ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΜΕΓΕΘΟΥΣ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ ΣΤΗΝ ΙΠΤΑΜΕΝΗΣ ΤΕΦΡΑ





Ιπτάμενη Τέφρα:

ένα παραπροϊόν της παραγωγής ηλεκτρικής
ενέργειας των λιγνιτικών σταθμών

Ευχαριστούμε

Θ. Παπαδέλης
Βοηθός Διευθυντής ΔΕΘ

Γρ. Χατζηφώτης
Βοηθός Διευθυντής ΔΕΘ

Α. Καστανάκη
Τομεάρχης ΔΕΘ

Δ. Σωτηρόπουλος
Τομεάρχης ΔΕΘ