

Στην πρώτη επέτειο της εισβολής των Ρώων στην Ουκρανία, βαθύτατη ελπίδα και ευχή όλων είναι να μην υπάρξει δεύτερη· όμως, το τέλος του πολέμου δεν είναι καν ορατό και η έκβασή του παραμένει ρευστή και αβέβαιη.

Η **ενεργειακή** κρίση είναι η πρώτη συνέπεια που προκλήθηκε από αυτόν τον παράλογο πόλεμο -ήδη όλοι τον πληρώνουμε στα τιμολόγια- με αποτέλεσμα να αλλάξουν πολλά στη διεθνή σκακιέρα: **άνοδος των τιμών** της ενέργειας και των τροφίμων, **διόγκωση του κόστους** των επιχειρήσεων, απότομο **“φρενάρισμα”** της **ανάπτυξης** στην Ευρώπη και συνακόλουθη **εκτίναξη του πληθωρισμού** στα ανώτατα επίπεδα των τελευταίων δεκαετιών.

Τα θέματα της ενέργειας θεωρώ ότι ανήκουν στα “χωράφια” μου, επειδή από πολύ παλιά τα έχω μελετήσει εξονυχιστικά, με ποικίλες αφορμές, έχω κάνει ομιλίες και έχω γράψει άρθρα, και πιθανόν, λόγω της ενασχόλησης να είμαι υπερβολικά σχολαστικός σε ό,τι αφορά στην οικονομία της ενέργειας. Επανέρχομαι, λοιπόν, σε αυτό το θέμα, που είναι πολύ ευρύ, περιλαμβάνει πάρα πολλές παραμέτρους, απασχολεί σχεδόν όλο τον πλανήτη και ξεδουλεύονται καθημερινά τεράστια ποσά σε έρευνα και τεχνολογία. Ο **πόλεμος του Πούτιν βοήθησε να αλλάξει ο ενεργειακός χάρτης της Ευρώπης**. Συνέβαλε τα μέγιστα το ότι συνέπεσε με την πράσινη μετάβαση, μια καθαρά πολιτική απόφαση που είχε ξεκινήσει πριν από χρόνια αλλά απέκτησε άλλη δυναμική τους τελευταίους μήνες. Ο Πούτιν μας διδάξε ότι μπορούμε να **μειώσουμε την κατανάλωση ενέργειας**, να επισπεύσουμε την πράσινη μετάβαση και να κάνουμε εφικτό αυτό που μέχρι πριν λίγα χρόνια φάνταζε εξαιρετικά φιλόδοξο και δύσκολο, ουδέν κακόν αμιγές καλού.

Ο μεγάλος παγκόσμιος στόχος είναι η **κλιματική ουδετερότητα**. Η Ευρώπη, για παράδειγμα, σκοπεύει αφενός, στη **μείωση** των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά τουλάχιστον **55% κάτω από τα επίπεδα του 1990**

έως το 2030 και αφετέρου στην **επίτευξη κλιματικής ουδετερότητας έως το 2050**. Αυτό σημαίνει ότι οι χώρες της ΕΕ θα πρέπει να μειώσουν δραστικά τις οικείες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και να βρουν τρόπους αντι-στάθμισης των υπόλοιπων αναπόφευκτων εκπομπών για την επίτευξη μηδενικού ισοζυγίου εκπομπών. Εν τω μεταξύ, η **Ινδία** στοχεύει σε **καθαρές εκπομπές** μέχρι το **2070** και σε **μείωση κατά 45% έως το 2030**.

Πριν μερικά χρόνια, θεωρούσα ανέφικτο να πέσουμε όλες τις χώρες του πλανήτη να συνεργαστούν σε αυτόν τον τομέα, γιατί οι φτωχές και οι αναπτυσσόμενες χώρες ισχυριζονταν ότι το



Γράφει ο
Βύρων Τομάζος
Μηχανολόγος,
Απόφοιτος Πολυτεχνείου
Μονάχου
e-mail: btomazos@gmail.com

πρόβλημα το δημιουργούν οι πλούσιες με την αλόγιστη ανάπτυξη και αυτές πρέπει να το λύσουν. Το επιχείρημα ότι οι φτωχοί δεν έχουν τα κεφάλαια να αντιμετωπίσουν το κόστος έμοιαζε πειστικό. Τώρα όμως σχεδόν όλος ο πλανήτης είναι σε εγρήγορση και αυτό δίνει ελπίδες ότι θα επιτευχθεί ο στόχος, που είναι διττός:

- **Παραγωγή ενέργειας με μείωση ή μηδενικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου** και
- **Ταυτόχρονη μείωση της κατανάλωσης**, πράγμα που αφορά όλους μας και έχει σχέση με τις βασικές γνώσεις του αντικειμένου· όσα παραπάνω γνωρίζουμε τόσο καλύτερα θα αντιμετωπίσουμε το πρόβλημα.

Μέθοδοι παραγωγής ενέργειας

Οι περισσότερο υποσχόμενες μέθοδοι στην παραγωγή ενέργειας μέχρι το 2050 είναι τα **φωτοβολταϊκά**, οι **ανεμογεννήτριες** και η **πυρηνική ενέργεια**.

- Τα φωτοβολταϊκά κερδίζουν συνεχώς έδαφος τα τελευταία χρόνια, καθώς έχει μειωθεί σημαντικά το κόστος παραγωγής και έχει αυξηθεί η απόδοσή τους.

Τώρα βρισκόμαστε μπροστά σε μια νέα εποχή: Στα **εύκαμπτα εκτυπώσιμα (3D) φωτοβολταϊκά 3ης γενιάς**. Μάλιστα με εντυπωσίασε, και ήταν ένας τους λόγους να γράψω αυτό το άρθρο, ότι στη **Θεσσαλονίκη**, όσο κι αν φαίνεται απίστευτο (έχοντας υπόψη μας τις ελληνικές παθογένειες), θα γίνει το πρώτο στον κόσμο **εργοστάσιο παραγωγής** φωτοβολταϊκών 3ης γενιάς, στο πλαίσιο μεγάλου ευρωπαϊκού προγράμματος. Τα νέα φωτοβολταϊκά, καθώς είναι **εύκαμπτα** και **ημιδιαφανή**, μπορούν να τοποθετηθούν στα τζάμια, στις τέντες, στα ρούχα, στα αυτοκίνητα, σχεδόν παντού, όπου πέφτει ο ήλιος. Παράλληλα, εξελίσσεται και ένα δεύτερο εμβληματικό έργο, για την αναβάθμιση ενός πρωτοπόρου εργαστηρίου σε **ερευνητικό κέντρο** πρώτης γραμμής, αναδεικνύοντας την Ελλάδα και ειδικά τη Θεσσαλονίκη σε παγκόσμιο κόμβο αριστείας στον τομέα των **οργανικών φωτοβολταϊκών** και στη **νανοτεχνολογία**.

Συντονιστής των δύο έργων είναι ο ομότιμος καθηγητής του ΑΠΘ (Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης) **Στέλιος Λογοθετίδης**, ιδρυτής και συνδιευθυντής του εργαστηρίου νανοτεχνολογίας **LTNF** του ΑΠΘ, καθώς και πρόεδρος της εταιρείας **OET** (Organic Electronics Technologies).

- Η **παραγωγή ενέργειας μέσω ανεμογεννητριών** είναι μια ώριμη τεχνολογία, συμπληρωματική προς αυτή των φωτοβολταϊκών, υπό την έννοια του ότι οι περίοδοι παραγωγής τους δεν ταυτοχρονίζονται σε μεγάλο βαθμό.

Η **Βρετανία** αποτελεί σήμερα τη μεγαλύτερη ευρωπαϊκή δύναμη στην εκμετάλλευση της **αιολικής ενέργειας**. Τα τεράστια αιολικά πάρκα της, είναι κατασκευασμένα κατά μήκος της δυτικής ακτής της **Βόρειας Θάλασσας**, ενός από τα πιο ανεμοδαρμένα μέρη του πλανήτη όπου η θάλασσα είναι σχετικά ρηχή και προσφέρεται για πάκτωση.

Η αιολική ενέργεια, ιδιαίτερα η παράκτια, αποτελεί τον ακρογωνιαίο λίθο στον στόχο της Βρετανίας για μηδενικές εκπομπές.

Τουλάχιστον εντυπωσιακές, είναι οι τεράστιες **ανεμογεννήτριες sg 8.0-167 dd** που τοποθετούνται. Μια στροφή αυτής της ανεμογεννήτριας παράγει αρκετή ηλεκτρική ενέργεια για να λειτουργήσει ένα βρετανικό σπίτι για μια μέρα και μια νύχτα. **sg** σημαίνει **Siemens Gamesa**, θυγατρική του γερμανικού βιομηχανικού γίγαντα. Το **8.0** είναι η **μέγιστη ισχύς** της τουρμπίνας σε μεγαβάτ (**MW**), περίπου η εγκατεστημένη ισχύς ενός νησιού σαν την Κάσο. Το **167** είναι η **διάμετρος του ρότορα** σε μέτρα: σαρώνει έναν κύκλο που ισοδυναμεί σε έκταση με περίπου τρία γήπεδα ποδοσφαίρου και το **dd** αντιπροσωπεύει την **άμεση κίνηση**, μια τεχνολογία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας χωρίς περιπλοκά γρανάζια. Στο **Hornsea 2**, ένα αιολικό πάρκο που βρίσκεται στα ανοικτά των ακτών του Γιορκσάιρ, 165 από αυτές τις τεράστιες τουρμπίνες σχηματίζουν ένα χαλύβδινο πεδίο που εκτείνεται πέρα από τα όρια του ορίζοντα.

Το **36%** της ηλεκτρικής ενέργειας της Βρετανίας προέρχεται σήμερα από την αιολική ενέργεια, με προοπτική σύντομα να φτάσει στο **50%**.

Το κόστος της υπεράκτιας αιολικής ενέργειας έχει μειωθεί από το 2015· κόστιζε 120 λίρες ανά μεγαβατόρα και τώρα κοστίζει κάτω από 40 λίρες.

Δυστυχώς, η περιοχή αυτή της Αγγλίας με τους ισχυρούς ανέμους και τα ρηγά νερά, είναι ειδική περίπτωση και δεν υπάρχουν πολλά τέτοια μέρη στον κόσμο· γι' αυτό, όπου είναι εφικτό, προκρίνεται η εγκατάσταση πλωτών ανεμογεννητριών, των οποίων το κόστος έχει επίσης μειωθεί. Η εταιρεία μας Techna συμμετείχε σε ένα πιλοτικό πρόγραμμα, σε έναν πλωτό σταθμό παραγωγής ενέργειας, για παραγωγή πόσιμου νερού και βραβεύτηκε γι' αυτό.

- Η **πυρηνική ενέργεια**, η οποία στην εποχή μου φαινόταν να είναι η λύση του ενεργειακού προβλήματος, δεν εκπλήρωσε όσα υποσχόταν, κυρίως λόγω των **ατυχημάτων** που συνέβησαν και των **πυρηνικών αποβλήτων**, των οποίων το θέμα δεν έχει λυθεί οριστικά. Βέβαια, ατυχήματα συμβαίνουν παντού και οι υποστηρικτές της ατομικής ενέργειας διατείνονται ότι από την καύση του άνθρακα υπάρχουν αριθμητικά περισσότεροι νεκροί, όμως οι αρνητικές συνέπειες ενός πυρηνικού ατυχήματος είναι ανυπολόγιστες και μακροχρόνιες. Επίσης, οι αντιδραστήρες αποδείχθηκαν ακριβότεροι από ό,τι είχαμε αρχικά υπολογίσει (μιλάω για το 1960, που εργαζόμουν στο Erlagen, στα πρώτα βήματα των πυρηνικών αντιδραστήρων). Για όλους τους παραπάνω λόγους, το ποσοστό της πυρηνικής ενέργειας στην παραγωγή **μειώθηκε από 17,5% το 1996 σε 10% το 2020**.

Σήμερα, η κατασκευή και λειτουργία των αντιδραστήρων είναι πιο ασφαλής και ο πόλεμος στην Ουκρανία, το περιβάλλον, η ανησυχία για το κλίμα και οι τιμές του πετρελαίου φέρνουν πάλι την πυρηνική ενέργεια στο προσκήνιο. Η νέα τάση είναι η δημιουργία **μικρών αρθρωτών (modular) αντιδραστήρων**, μικρότερου κόστους, που θα είναι πιο ευέλικτοι και φηνότεροι στην τοποθέτηση, γιατί η περισσότερη εργασία γίνεται στο εργοστάσιο [το γνωστό 15 ώρες στο χωράφι, 1 ώρα στο εργοστάσιο]. Παρ' όλα αυτά, το θέμα των πυρηνικών καταλοίπων παραμένει οξύ.

- Η **ενέργεια η προερχόμενη από τη βιομάζα-βιοκαύσιμα**, αν και πράσινη, αφού προέρχεται από έναν «κλειστό» κύκλο άνθρακα, τα τελευταία χρόνια βρίσκεται εν υπνώσει, δεδομένου ότι η εκμετάλλευσή της αποδείχθηκε ότι είναι ευθές ανταγωνιστική προς τις αγροτικές και κτηνοτροφικές δραστηριότητες και συνεπώς μπορεί να επιδενώσει το επισιτιστικό πρόβλημα του πλανήτη.

- **Μορφές ενέργειας** οι οποίες επί μακρόν συζητούνται και εξελίσσονται, αλλά δεν βρίσκονται ακόμη κοντά στην εμπορική αξιοποίηση, είναι η **ενέργεια των κυμάτων της θάλασσας** (υπαρκτή τεχνολογία αλλά εμπορικά ασύμφορη), η συστηματικότερη εκμετάλλευση της **γεωθερμικής ενέργειας** μέσω γεωτρήσεων μεγάλου βάθους, κ.ά.

Όταν και όπου χρειάζεται...

Δεδομένου, πάντως, ότι οι ως άνω ανανεώσιμες πηγές ενέργειας φαίνονται να επαρκούν ποσοτικά για την κάλυψη των αναγκών του ανθρώπου για το ορατό μέλλον, το πρόβλημα μετατοπίζεται στη διαθεσιμότητα αυτών χωρικά και χρονικά, ώστε η ενέργεια να είναι **διαθέσιμη όταν** και **όπου** τη **χρειαζόμαστε** και όχι όπου και όταν παράγεται. Ουσιαστικά πρόκειται για ένα τριπλό μέτωπο: αυτό της **προσαρμογής** της **ζήτησης-κατανάλωσης στην παραγωγή** (Demand Side Management), του **εξηλεκτρισμού** όσων περισσότερων ενεργειακών φορτίων μπορούμε και της **αποθήκευσης** (Storage) με κάθε τεχνικά διαθέσιμη και οικονομικά βιώσιμη μορφή.

- Το **Demand Side Management** είναι η προσαρμογή των καταναλωτικών συνηθειών τόσο των επαγγελματιών καταναλωτών (εμπόριο, βιομηχανία, μεταφορές, τουρισμός κ.λπ.) όσο και των ιδιωτών ώστε να **μεταθέτουν τις ανάγκες** τους για κατανάλωση ενέργειας **ανάλογα** με τη **διαθεσιμότητα** αυτής.

- Η **Αποθήκευση** είναι από μόνη της ένα τεράστιο κεφάλαιο, υπήρξε από πάντα ένα ιερό δισκοπότηρο για την επιστήμη (εξ ου και το κοινότοπο «ο ηλεκτρισμός δεν αποθηκεύεται»), και μπορεί να χωριστεί σε δύο μεγάλες κατηγορίες: στην **αποθήκευση** ηλεκτρικής ενέργειας **για την απόδοση εκ νέου** ηλεκτρικής ενέργειας, και στην αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας **διά της μετατροπής της σε χημική**, δηλαδή καύσιμο.

1. Η αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας για τη χρήση της εκ των υστέρων ως ηλεκτρική ενέργεια γίνεται κατά βάση με τους παρακάτω τρόπους:

- α) **Μπαταρίες**: είναι μια τεχνολογία που μας συντροφεύει για πάνω από 150 χρόνια και, για να είμαστε ειλικρινείς, έχει σημειώσει πολύ μικρή πρόοδο στην πάροδο των δεκαετιών. Τα τελευταία χρόνια γίνονται μεγάλες προσπάθειες να παραχθούν καλύτερα μοντέλα, ειδικότερα τώρα με τη χρήση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων.

- β) **Υπερπυκνωτές**: πρόκειται για πυκνωτές που αποθηκεύουν ηλεκτρική ενέργεια χωρίς να τη μετατρέπουν σε χημική, όπως οι μπαταρίες. Χάρη στη σύγχρονη τεχνολογία η χωρητικότητά τους έχει αυξηθεί θεαματικά και είναι σχεδόν εφάμιλλη με αυτή κάποιων κατηγοριών μπαταριών, ενώ φορτίζονται σχεδόν ακαριαία, έχουν πολύ μεγαλύτερη διάρκεια ζωής και είναι πολύ πιο ασφαλείς στη χρήση.

- γ) **Αντιλοταμειυτικοί σταθμοί**: πρόκειται για την πιο παλαιά τεχνολογία αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας. Είναι ουσιαστικά ένα μεγάλο υδροηλεκτρικό έργο με δύο λεκάνες/ταμιευτήρες: μία στην πάνω και μία στην κάτω στάθμη. Κατά τις ώρες της ημέρας που η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας ξεπερνά την προσφορά (από τις ανανεώσιμες πηγές), νερό ρέει από την άνω λεκάνη προς την κάτω διά των υδροστροβίλων παράγοντας ηλεκτρισμό. Κατά δε τις ώρες που η προσφορά ηλεκτρικής ενέργειας από τις ανανεώσιμες πηγές ξεπερνά τη ζήτηση, το πλεόνασμα διοχετεύεται σε αντλίες που ωθούν ξανά το νερό από την κάτω στην άνω λεκάνη, αποθηκεύοντας ηλεκτρική ενέργεια (υπό τη μορφή της δυναμικής ενέργειας).

- δ) **Περιστρεφόμενες μάζες (σφόνδυλοι)**: Είναι μια τεχνολογία με όχι πολύ **μεγάλες εφαρμογές λόγω κόστους και κινδύνων ατυχήματος**.

2. Η αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας διά της μετατροπής της σε χημική, δηλαδή σε καύσιμο, σήμερα έχει τις εξής κύριες εφαρμογές:

- α) **Υδρογόνο**: Το υδρογόνο είναι ιδανικό καύσιμο υπό την έννοια του ότι περιέχεται και στα ορυκτά καύσιμα, περιέχει μεγάλη ποσότητα ενέργειας ανά κιλό, ενώ η καύση του, δηλαδή η ένωσή του με οξυγόνο έχει ως μόνο προϊόν υδρατμούς, δηλαδή καθαρό νερό.

- β) **Αμμωνία**: Πρόκειται για ένα επίσης πολλά υποσχόμενο καύσιμο.

Μειονέκτημά της είναι ότι είναι αρκετά τοξική και εύφλεκτη/εκρηκτική χημική ένωση, γεγονός που δημιουργεί την ανάγκη για νέους κανόνες ασφαλείας στην αποθήκευση, μεταφορά, μετάγγιση και εν όλω διαχείρισή της.

- γ) **Μεθανόλη**: Είναι οργανική χημική ένωση άνθρακα, οξυγόνου και υδρογόνου, που αντιπροσωπεύεται από τους τύπους CH4O, CH3OH. Παλαιότερα είχε το όνομα «ξυλόπνευμα» (wood alcohol), επειδή τότε παραγόταν κυρίως ως παραπροϊόν της ζηρής απόσταξης (πρακτικά πυρόλυσης) του ξύλου. Τώρα πια, η μεθανόλη παράγεται βιομηχανικά από μονοξειδίου του άνθρακα, διοξειδίου του άνθρακα και υδρογόνο.

Κυψέλες καυσίμου υδρογόνου

Οι κυψέλες καυσίμου υδρογόνου διαδραματίζουν ολοένα και πιο σημαντικό ρόλο στην παγκόσμια μάχη κατά της εξάλειψης των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα, χρησιμοποιώντας τη χημική ενέργεια του αερίου για την παραγωγή ενέργειας. Αποτελούν την καθαρότερη μορφή παραγωγής ενέργειας, των οποίων τα μόνα υποπροϊόντα είναι η θερμότητα και το νερό. Έχουν πλέον αναπτυχθεί σε τέτοιο βαθμό, που μπορεί να εγκατασταθούν σχεδόν παντού, σε απομακρυσμένα μέρη και σε ακραίες θερμοκρασίες από -50 έως +50 βαθμούς Κελσίου, και να αντικαταστήσουν τις συμβατικές ηλεκτρογεννήτριες.

Συν τοις άλλοις, δεν απαιτείται αέρας για τη λειτουργία τους, γι' αυτό χρησιμοποιούνται ευρέως στα υποβρύχια.

Η παραγωγή ενέργειας ευθύνεται για το 30% των παγκόσμιων εκπομπών ρύπων, γι' αυτό και όλες οι προσπάθειες κατατείνουν στη μείωση της ενέργειας.

Η αρχή της λειτουργίας των κυψελών καυσίμου υδρογόνου είναι η αντίστροφη της ηλεκτρόλυσης, ενώ το ιδανικό της καύσιμο είναι το υδρογόνο.

Πυρηνική σύντηξη

Μια αρκετά υποσχόμενη πηγή παραγωγής ενέργειας για το άμεσο μέλλον είναι η πυρηνική σύντηξη. Η ισχύς σύντηξης είναι μια προτεινόμενη μορφή, που θα **παράγει ηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιώντας θερμότητα από αντιδράσεις πυρηνικής σύντηξης**. Σε μια διαδικασία σύντηξης, δύο ελαφρύτεροι ατομικοί πυρήνες συνδυάζονται για να σχηματίσουν έναν βαρύτερο πυρήνα, ενώ απελευθερώνουν ενέργεια, δηλαδή η διαφορά αυτή της μάζας εκλύεται ως ενέργεια και υπολογίζεται με τον τύπου του **Αϊνστάιν E=mc²**.

Η σύντηξη παράγει καθαρή, χωρίς κατάλοιπα, και άφθονη ενέργεια. Η βόμβα υδρογόνου και ο ήλιος παράγουν ενέργεια με τη σύντηξη. Για να γίνει όμως η σύντηξη απαιτείται να δαπανηθεί τεράστια ενέργεια και μέχρι τώρα ήταν αρνητικό το αποτέλεσμα, δηλαδή δαπανούσαμε παραπάνω ενέργεια από αυτή που παίρναμε.

Το εθνικό εργαστήριο **Lawrence** στις **ΗΠΑ** επιβεβαίωσε μία ανακάλυψη που δεν θα μείνει απλώς στα βιβλία της ιστορίας, αλλά θα χωρίσει την ιστορία της ανθρωπότητας σε «πριν» και «μετά», με έναν τρόπο που λίγα γεγονότα έχουν καταφέρει:

Το όνειρο της σύντηξης για την παραγωγή άφθονης ενέργειας για τους ανθρώπους, χωρίς επιβάρυνση για το περιβάλλον.

Πιο συγκεκριμένα, το πρωί της **5ης Δεκεμβρίου**, οι επιστήμονες κατάφεραν την παραγωγή περισσότερης ενέργειας από αυτή που είχαν προσδώσει, **«Βομβαρδίζοντας» υδρογόνο** με το μεγαλύτερο σύστημα λέιζερ στον κόσμο.

Το 2030 είναι... αύριο

Και το 2050 είναι πολύ κοντά μας, γι' αυτό πρέπει όλοι να συμβάλλουμε στην εξοικονόμηση ενέργειας με όλους τους διαθέσιμους τρόπους. Ο πόλεμος επέστρεψε την είσοδο στη νέα εποχή της **μειωμένης ζήτησης για αέριο**, της **απεξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα** και κυρίως της αντίληψης ότι η **ενέργεια** είναι ένα **πολύτιμο αγαθό**.

Έδωσε σε όλους να καταλάβουν πόσο σημαντικές και απαραίτητες είναι οι επενδύσεις στην e-ενέργεια. Έκανε και τον τελευταίο πολίτη να αντιληφθεί το ειδικό της βάρος, τη σημασία του τρόπου παραγωγής της και γιατί είναι σημαντικότερο να παράγεται από ΑΠΕ αντί από φυσικό αέριο και πετρέλαιο.

Και το πιο σημαντικό: Έγινε εντέλει σαφές ότι **το ρεύμα δεν είναι δωρεάν**.

Πηγές: Μπάραμτα-Google, Καθημερινή, TIME, The Economist