

**Σ**την ανθρώπινη ιστορία, οι τελευταίοι δύο αιώνες χαρακτηρίζονται από μία μοναδικότητα: μέσα σε 200 χρόνια ο παγκόσμιος πληθυσμός αυξήθηκε 8 φορές, η παραγωγή τροφίμων ακόμα περισσότερο και η κατανάλωση ενέργειας εκτοξεύτηκε.

Καθότι όμως στη φύση όλα έχουν ένα τίμημα για τις παρεμβάσεις που κάνουμε σε αυτήν, παρουσιάστηκαν φαινόμενα που επηρεάζουν έντονα το περιβάλλον και το κλίμα μέσα στο οποίο ζούμε: υπερθέρμανση του πλανήτη, με αποτέλεσμα ακραία καιρικά φαινόμενα τα οποία προκαλούν σημαντικές φυσικές καταστροφές και αλλαγές στον τρόπο ζωής εκατομμυρίων ανθρώπων.

Ας δούμε, όμως, τη μεγάλη εικόνα για το πώς φτάσαμε έως εδώ.

### Ενα αφήγημα για την ενεργειακή κατανάλωση

Όλες οι πηγές ενέργειας των πρώτων αγροτικών κοινωνιών, οι οποίες δημιουργήθηκαν 10.000 χρόνια πριν, και μέχρι τα τέλη του 18ου αιώνα, ήταν ανανεώσιμες και περιορίζονταν κυρίως στα ξύλα, στον άνεμο και στη ροή του νερού. Ο πληθυσμός αυξανόταν με πολύ χαμηλούς ρυθμούς και, αντίστοιχα, το πολύ χαμηλό εισόδημα του μέσου ανθρώπου παρέμενε σε γενικές γραμμές σταθερό, όπως και το προσδόκιμο ζωής.

Ο μέσος άνθρωπος ήταν αγρότης που μετακινούνταν σε μια ακτίνα λίγων χιλιομέτρων γύρω από το χωριό του, η τροφή του ίδιου και των οικόσπιτων ζώων που εξέτρεφε βασιζόταν στη φυτική παραγωγή, άρα στην ηλιακή ακτινοβολία και στη βροχή. Επίσης, τα μέσα μεταφοράς και παραγωγής χρησιμοποιούσαν για την κίνησή τους είτε τον άνεμο είτε υποζύγια (άλογα, βόδια, δούλους).

Φτάνουμε λοιπόν στον 19ο αιώνα, οπότε ξεκινάει η βιομηχανική επανάσταση, κατά την οποία, με μια καταιγίδα τεχνολογικών καινοτομιών που χρησιμοποιούσαν αρχικά τον άνθρακα και στη συνέχεια το πετρέλαιο ως κινητήρια δύναμη, δημιουργούνται νέες συνθήκες παραγωγής και επιτυγχάνονται:



Γράφει ο **Γιάννης Ζηρίνης**

*Ηλεκτρολόγος μηχανικός ΕΤΗΖ, σύμβουλος Επιχειρήσεων και Ανάπτυξης, επιμελητής της έκδοσης «Ένας κόσμος χωρίς τέλος» (J.M. Jancovici - Chr. Blain, Εκδόσεις Κριτική, 2024). Πολλές από τις ιδέες και τα στοιχεία για τη σύνταξη του παρόντος άρθρου προέρχονται από αυτή την έκδοση.*

- αλματώδης αύξηση στην παραγωγή τροφίμων, δεκαπλασιασμός τουλάχιστον από το 1800 μέχρι σήμερα, που οφείλεται στην πράσινη επανάσταση η οποία περιλαμβάνει την εκτενή χρήση λιπασμάτων,
- σημαντική αύξηση στη βιομηχανική παραγωγή, κάτι που μετέτρεψε τους γεωργούς σε βιομηχανικούς εργάτες,
- μείωση στις ώρες εργασίας και αύξηση του προσδόκιμου ζωής,
- αύξηση του εισοδήματος μεγάλου μέρους του πληθυσμού και των εσόδων του κάθε κράτους μέσω της φορολογίας.

Στον 20ό αιώνα συνεχίζεται και ενισχύεται η καταιγίδα της τεχνολογικής καινοτομίας, με όλο και πιο αποτελεσματικά μέσα παραγωγής και μεταφοράς να χρησιμοποιούν περισσότερα ορυκτά καύσιμα. Αυτή η εξέλιξη είχε ως αποτέλεσμα:

- να αυξάνεται εκθετικά ο παγκόσμιος πληθυσμός: 1 δισ. το 1800, 1,6 δισ. το 1900, 8 δισ. το 2022,
- να ζει σε ονειρικές συνθήκες μεγάλο μέρος του παγκόσμιου πληθυσμού, σε σχέση με δύο αιώνες νωρίτερα: προσιτή και άφθονη διατροφή και (θερμαινόμενη!) κατοικία, εύκολες και γρήγορες μεταφορές ανθρώπων και αγαθών, απλόχερη προσφορά προϊόντων καθημερινής διαβίωσης (οικιακές συσκευές, ρούχα, αγορές κάθε είδους, κ.λπ.),
- να είναι δυνατή η παροχή, σε μεγάλο μέρος του πληθυσμού, κοινωνικών υπηρεσιών από το κράτος, όπως υγεία, εκπαίδευση, συντάξεις, εργασιακή προστασία – πράγματα αδιανόητα στην εποχή των κοντινών μας προγόνων,
- να υπάρχει διαθέσιμος χρόνος για ψυχαγωγία, διακοπές και συνεχή εκπαίδευση,
- να μην εργάζεται χειρωνακτικά μεγάλη μερίδα ανθρώπων, αλλά σε γραφεία.

Από την άλλη μεριά, εάν εξετάσουμε και την πορεία που ακολούθησαν οι πηγές ενέργειας που τροφοδότησαν αυτή την ανθρώπινη περιπέτεια στους δύο τελευταίους αιώνες, διαπιστώνουμε ότι η παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας 30πλασιάστηκε μεταξύ 1800 και 2024.

Οι πηγές που έκαναν δυνατή αυτή την αύξηση είναι το κάρβουνο (19ος αιώνας), το πετρέλαιο, που εμφανίζεται στις αρχές του 20ού αιώνα, το φυσικό αέριο, το οποίο μετά το 1960 χρησιμοποιείται με γρήγορους ρυθμούς, μαζί με την υδροηλεκτρική και την πυρηνική ενέργεια. Στη δεκαετία του '90 κάνουν την εμφάνισή τους και οι ΑΠΕ – ήλιος / άνεμος.

Υπάρχει ένα πολύ αξιοπρόσεκτο χαρακτηριστικό σε αυτή την πορεία: στους δύο αυτούς αιώνες, η παραγωγή ενέργειας συνεχώς αυξάνεται (αναμενόμενο), καμία όμως από τις πηγές αυτές δεν υποχώρησε ως απόλυτο μέγεθος – η κάθε νέα πηγή προστίθεται στις υπόλοιπες και όλες αυξάνονται αδιάλειπτα!

Βρισκόμαστε, λοιπόν, σήμερα σε μια κατάσταση όπου, χάρη στη φθηνή και άφθονη ενέργεια, σχεδόν τα 3/4 του παγκόσμιου πληθυσμού απολαμβάνουν ένα πρωτόγνωρο επίπεδο διαβίωσης, με σημαντική εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα: οι οικονομίες στις περισσότερες προηγμένες χώρες εξαρτώνται περίπου 75-80% από τον άνθρακα, το

200.000 TWh

180.000 TWh

160.000 TWh

140.000 TWh

120.000 TWh

100.000 TWh

80.000 TWh

60.000 TWh

40.000 TWh

20.000 TWh

0 TWh

1800

# Ο κόσμος που χτίσαμε με το πετρέλαιο

Μέσα σε δύο αιώνες ο κόσμος μεταμορφώθηκε ριζικά: ο πληθυσμός εκτοξεύτηκε, η παραγωγή τροφίμων πολλαπλασιάστηκε και η ενέργεια έγινε άφθονη. Αυτή η ιστορική επιτυχία, όμως, στηρίχθηκε σε μια ενεργειακή εξάρτηση με βαριές περιβαλλοντικές συνέπειες

πετρέλαιο και το φυσικό αέριο. Στη χώρα μας αυτή η εξάρτηση αγγίζει το 79%. Είμαστε πετρελαιοεξαρτημένοι όπως οι τοξικοεξαρτημένοι από τις όποιες ουσίες.

**Και ως προς το κλίμα;**

Κατά γενική ομολογία της επιστημονικής κοινότητας, τα ακραία καιρικά φαινόμενα που εμφανίζονται στον πλανήτη, όλο και συχνότερα τις τελευταίες δεκαετίες, προκαλούνται από τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου που προέρχονται από την καύση των ορυκτών καυσίμων, την αποψίλωση των δασών, τη γεωργία και άλλες ανθρώπινες δραστηριότητες.

Στον δυτικό κόσμο, ο οποίος είναι και ο κύριος υπαίτιος για τις εκπομπές αυτές – μέχρι να εμφανιστεί πρόσφατα ως γεγαυπαντής και η Κίνα –, έχει ξεκινήσει μια κούρσα για την παραγωγή όλο και περισσότερης ηλεκτρικής ενέργειας με ΑΠΕ και πυρηνικά, για την αντικατάσταση των συμβατικών αυτοκινήτων με ηλεκτρικά, των συστημάτων θέρμανσης των σπιτιών με αντλίες θερμότητας, καθώς και για τη χρήση πράσινων καυσίμων στη βιομηχανία και στις θαλάσσιες μεταφορές.

Εκτός, όμως, από την παραγωγή της φιλικής προς το περιβάλλον ενέργειας, υπάρχει και η διάσταση της χρήσης που γίνεται από τους καταναλωτές, δηλαδή τους πολίτες, η οποία, μοιραία, θα επηρεάσει την καθημερινότητά τους σε όλους σχεδόν τους τομείς διαβίωσης: μεταφορές, διακοπές, αγορές, διατροφή, στέγαση.

Η συζήτηση για το θέμα είναι διεθνώς ανύπαρκτη και η υπόρρητη υπόσχεση μεγάλης μερίδας ιθυνόντων – πολιτικό προσωπικό, επιχειρήσεις, media – είναι ότι θα διατηρηθεί αναλλοίωτο το μοντέλο ζωής που κατακτήθηκε με την πετρελαιοεξάρτηση, κάτι μάλλον εξαιρετικά δύσκολο.

Τι απομένει να κάνουμε;

Από τη διεθνή συζήτηση για το θέμα της παραγωγής ενέργειας προκύπτει, μεταξύ άλλων, το γενικό συμπέρασμα ότι το μελλο-

ντικό μείγμα πηγών ενέργειας θα εστιάζεται στην αλματώδη αύξηση της ηλεκτρικής, με μείωση της χρήσης ορυκτών καυσίμων.

Το μείγμα θα είναι πλούσιο: ΑΠΕ κάθε μορφής – είναι πολλές –, συνδυασμένες με συστήματα αποθήκευσης, πυρηνικές μονάδες, μονάδες αερίου με χαμηλότερες εκπομπές CO2, όπως και μονάδες οι οποίες θα βασίζονται σε νέες τεχνολογίες που θα αναπτυχθούν.

Δεν θα υπάρξει μία μοναδική λύση, αλλά πολλές που χρειάζονται σημαντικές επενδύσεις και χρόνο. Σε κάποιον βαθμό, έχουν δρομολογηθεί ήδη σε πολλές χώρες και η κοινωνική αποδοχή δείχνει να εξασφαλίζεται.

Αξίζει να επισημανθεί πως αλλάζουν διεθνώς οι στάσεις μεγάλων μερίδων του πληθυσμού στο θέμα πυρηνική ενέργεια: μετά την εισβολή της Ρωσίας στην Ουκρανία παρατηρείται στην Ευρώπη μια μεταστροφή της κοινής γνώμης υπέρ της κατασκευής νέων πυρηνικών σταθμών, ακόμα και στην Ελλάδα.

Όλες οι πηγές ενέργειας των πρώτων αγροτικών κοινωνιών, οι οποίες δημιουργήθηκαν 10.000 χρόνια πριν, και μέχρι τα τέλη του 18ου αιώνα, ήταν ανανεώσιμες και περιορίζονταν κυρίως στα ξύλα, στον άνεμο και στη ροή του νερού

Στο θέμα της κατανάλωσης, ωστόσο, υπάρχει ακόμα πολύς δρόμος να διανυθεί, κυρίως στα θέματα που επηρεάζουν την καθημερινότητα. Διαπιστώνεται ότι:

- ο σύγχρονος τρόπος ζωής έχει προκύψει από τη διαθεσιμότητα άφθονης και φθηνής ενέργειας από ορυκτά καύσιμα,
- όλα τα προϊόντα που υπάρχουν στο σπίτι χρειάζονται μεγάλες ποσότητες ορυκτών καυσίμων για να παραχθούν – πλαστικά, τσιμέντο, ασφάλι, αλουμίνιο, γυαλί, χαρτί, ακόμα και υφάσματα, δερμάτινα είδη κ.λπ.,
- η χρήση του αυτοκινήτου αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινότητάς μας για τη μετακίνηση στην εργασία μας, στα καταστήματα, σε χώρους ψυχαγωγίας,
- τα βρώσιμα προϊόντα είναι ακόμα άφθονα και οικονομικά προσιτά χάρη στην εκτεταμένη χρήση αγροτικών μηχανημάτων – που καταναλίσκουν πετρέλαιο – και λιπασμάτων. Τα αζωτούχα λιπάσματα που παράγονται από φυσικό αέριο αποτελούν σχεδόν το 60% της συνολικής κατανάλωσης λιπασμάτων,
- η τελική διάθεση του μεγάλου όγκου απορριμμάτων που παράγουμε στην καθημερινότητά μας μόλις πρόσφατα έχει αρχίσει να απασχολεί τις κοινωνίες και λίγες έχουν πετύχει ικανοποιητικά αποτελέσματα για την ανακύκλωσή τους. Η χώρα μας δεν είναι μία από αυτές.

Η μετάβαση σε μια οικονομία χαμηλών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου – στην οποία συμφωνούν όλα τα κράτη εκτός των ΗΠΑ του Ντόναλντ Τραμπ – προϋποθέτει τη διαφοροποίηση όχι μόνο στις πηγές που παράγουν την ενέργεια, αλλά και στον τρόπο που οι καταναλωτές προσαρμόζουν τις συνήθειές τους στις νέες ανάγκες.

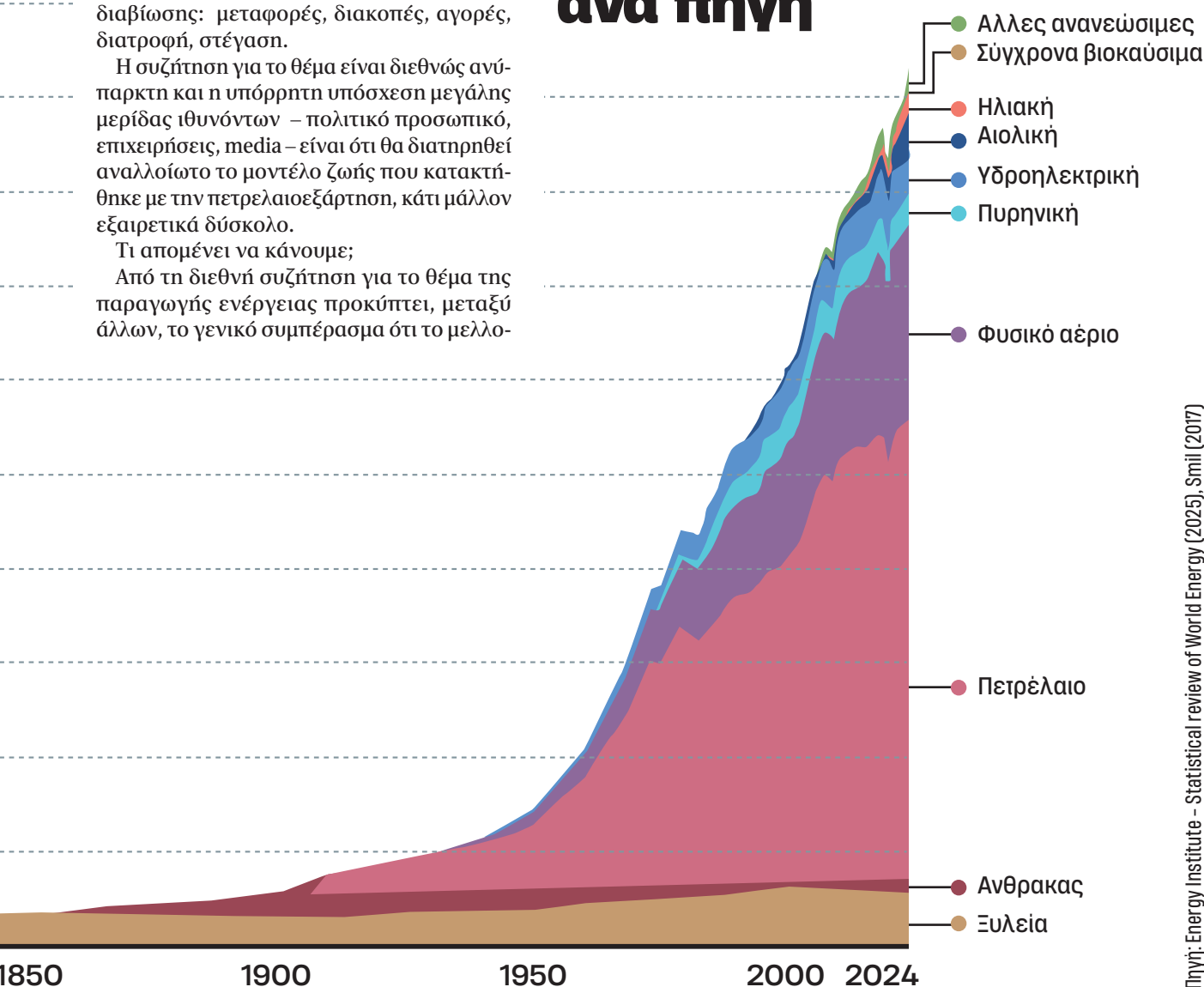
Η συναίνεση των πολιτών σε αυτή τη μετάβαση αποτελεί προϋπόθεση, η οποία ωστόσο δεν είναι δεδομένη, όπως δείχνουν σχετικές διεθνείς δημοσκοπήσεις. Οι πολίτες εξακολουθούν να ιεραρχούν ψηλά την κλιματική αλλαγή, θεωρούν όμως ότι τα περιθώρια συμμόρφωσής τους έχουν εξαντληθεί και θα πρέπει πλέον τα κράτη και οι επιχειρήσεις να αναλάβουν το κόστος της μετάβασης.

Αυτή η στάση δεν αποτελεί καλό οίωνα γιατί, τουλάχιστον στις χώρες με δημοκρατικά καθεστώτα, το πολιτικό σύστημα θα είναι επιφυλακτικό να υιοθετήσει μια ατζέντα ριζικών μεταρρυθμίσεων που θα θίξουν την καθημερινότητα των εκλογέων.

Το δίλημμα που τίθεται πλέον είναι κατά πόσο υιοθετούμε έναν τρόπο ζωής με εγκράτεια στην κατανάλωση της ενέργειας, που υπακούει σε κοινά αποδεκτό σχεδιασμό ή αφήνουμε τα πράγματα να κυλήσουν ως έχουν, οπότε κινδυνεύουμε να βρεθούμε σε κατάσταση ενεργειακής φτώχειας με απρόβλεπτες συνέπειες.

Σε κάθε εύπορη χώρα, η συνειδητοποίηση, από ικανό μέρος του πληθυσμού, της κατάστασης στην οποία βρισκόμαστε σήμερα με την πετρελαιοεξάρτηση για όλες σχεδόν τις δραστηριότητές μας, αποτελεί μια σύνθετη και χρονοβόρα διαδικασία, που όσο νωρίτερα ξεκινήσει τόσο καλύτερα θα προετοιμαστούμε για τις επερχόμενες δυσκολίες. ●

## Παγκόσμια πρωτογενής κατανάλωση ενέργειας ανά πηγή



Πηγή: Energy Institute - Statistical review of World Energy (2025), Smil (2017)

# Ενας κόσμος χωρίς τέλως

Για στάβου!  
Η γαλάζια ενέργεια  
του Iron Man της Marvel  
δεν ρυπαίνει καθόλου.

Δεν θα μπορού-  
σαμε να φτιάξουμε  
έναν Iron Man  
που να λειτουργεί  
με ανανεώσιμη  
ενέργεια;



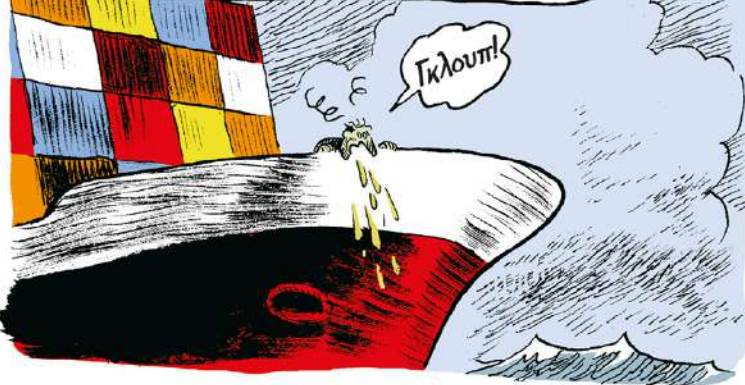
Τριακόδια χρόνια πριν,  
τα πάντα λειτουργούσαν  
με ανανεώσιμη ενέργεια.



Η ναυτιλία χρησιμοποιούσε αιολική ενέργεια...



Περάσαμε όμως από τον άνεμο στον άνδρακα, κι έπειτα  
στο πετρέλαιο, γιατί θέλαμε να φτάνουν γρήγορα τα ρούχα  
της H&M στα καταστήματα...



Οι οδικές μεταφορές χρησιμοποιούσαν 100%  
ανανεώσιμη ενέργεια...



Διαπιστώσαμε όμως ότι το πετρέλαιο ήταν  
πιο αποδοτικό για τη μεταφορά των τροφίμων  
από τον τόπο παραγωγής στον τόπο  
κατανάλωσης.



Η γεωργία χρησιμοποιούσε 100% ανανεώσιμη ενέργεια... Τρεφόμασταν με πατάτες και κρεμμύδια. Βρομούσε, βέβαια, η ανάσα μας...



Έτσι, προτιμήσαμε τη γεωργία που χρησιμοποιεί 100% ορυκτά καύσιμα, για να μπορούμε να τρώμε κρέας κάθε μέρα.



Κατασκευές και δημόσια έργα χρησιμοποιούσαν 100% ανανεώσιμη ενέργεια. Μας πήρε δύο αιώνες για να κτίσουμε την Παναγία των Παρισίων...



Χάρη στα ορυκτά καύσιμα, μπορούμε να δηκώσουμε έναν ουρανοξύστη μέσα 6' έναν χρόνο.



Η βιομηχανία χρησιμοποιούσε 100% ανανεώσιμη ενέργεια...

Τι δουλειά έχω εδώ;



Καταλάβαμε όμως ότι έτσι δεν θα μπορούσαμε να έχουμε το τελευταίο μοντέλο smartphone για μόλις 20 ευρώ τον μήνα!

Τι δουλειά έχω εδώ;



Τα τελευταία 200 χρόνια, το μόνο που κάνουμε είναι ν' αντικαθιστούμε τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας με ορυκτά καύσιμα.

Άρα είτε είμαστε εντελώς χαζοί (πράγμα δίχλου απίδανου)...



...είτε υπάρχουν βαθύτερα, φυσικά αίτια.

(\* Από το βιβλίο των Jean-Marc Jancovici και Christophe Blain «Ένας κόσμος χωρίς τέλος» (εκδ. ΚΡΙΤΙΚΗ, 2024, μετάφραση Φωτεινή Βλαχοπούλου)