

[ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ](#)

Όχι, οι ανεμογεννήτριες δεν προκαλούν παγκόσμια θέρμανση

Τι πραγματικά λέει η «μελέτη του Harvard» και πώς χανόμαστε χωρίς πυξίδα στη «θάλασσα» του διαδικτύου



• ΤΕΥΧΟΣ932

17.10.2024, 15:26UPD 18.10.2024, 14:05



• Ανδρέας Βλαμάκης

• 7' ΔΙΑΒΑΣΜΑ

Ανεμογεννήτριες: Τι λέει η μελέτη του Harvard και τι πραγματικά ισχύει - Οι κλιματικές επιπτώσεις και τα κλιματικά οφέλη των ανεμογεννητριών

Το καλοκαίρι που πέρασε –το θερμότερο που έχει καταγραφεί ποτέ για το σύνολο του πλανήτη [1]– διακινήθηκαν ευρέως στο Διαδίκτυο άρθρα με τίτλους όπως «Μελέτη του Χάρβαρντ δεν αφήνει κανένα περιθώριο – Οι ανεμογεννήτριες προκαλούν αύξηση της θερμοκρασίας», «Αποκάλυψη Harvard: Οι ανεμογεννήτριες αυξάνουν δραματικά τη θερμοκρασία – Επηρεάζονται άνθρωποι, ζώα και φυτά» (μπορεί εύκολα να τα αναζητήσει κάποιος στο διαδίκτυο).

Η «μελέτη του Harvard» που επικαλούνται τα δημοσιεύματα αλλά και σχετικές αναρτήσεις στα social media, αφορά δημοσίευση του 2018 στο επιστημονικό περιοδικό «*Joule*» με τίτλο «*Climatic Impacts of Wind Power*» του Lee Miller και του καθηγητή David Keith, που είναι και ο ιθύνων νους της μελέτης (θα συνεχίσω να την αποκαλώ «μελέτη του Harvard», αν και θα έπρεπε χρησιμοποιώ τον όρο «μελέτη των Miller & Keith», αφού η παραπομπή σε μια μελέτη είθισται να γίνεται με αναφορά στα ονόματα των συγγραφέων).

Τι πραγματικά λέει η «μελέτη του Harvard» για τις ανεμογεννήτριες

Στην πραγματικότητα, η μελέτη αυτή στηρίζει το ακριβώς αντίθετο συμπέρασμα από ό,τι λένε οι ανωτέρω εντελώς παραπλανητικοί τίτλοι.

Εν συντομία, η «μελέτη του Harvard» πραγματεύεται ένα θεωρητικό, ακραίο σενάριο: την κάλυψη όλων των ηλεκτρικών αναγκών των ΗΠΑ μέσω της εγκατάστασης περίπου 153.000 ανεμογεννητριών ισχύος 3 MW έκαστη, κατά κύριο λόγο στις κεντρικές πολιτείες των ΗΠΑ, σε περιοχές με ήπιο ανάγλυφο (Great Plains). **Και τα δύο αυτά στοιχεία –πέρα πολύ μεγάλος αριθμός ανεμογεννητριών και επίπεδες εκτάσεις– έχουν μεγάλη σημασία.**

Με τη χρήση ατμοσφαιρικού μοντέλου που «έτρεξε» μόνο για την περιοχή των ΗΠΑ, εκτιμήθηκε μια αύξηση της επιφανειακής θερμοκρασίας του αέρα στις ΗΠΑ [surface (skin) temperature] κατά 0,24οC. Παρά τις αμφιβολίες που έχουν διατυπωθεί για τη μεθοδολογία της μελέτης [2], θα δεχτούμε ότι τα αποτελέσματα της μελέτης είναι απολύτως ακριβή, αφού, όπως θα φανεί στη συνέχεια, το αποτέλεσμα καθαυτό δεν έχει καμία σημασία.

Σύμφωνα με τη μελέτη, οι μεταβολές της θερμοκρασίας περιορίζονται κυρίως στην περιοχή του αιολικού πάρκου και είναι πιο αισθητές κατά τη διάρκεια της νύχτας.

Η φυσική εξήγηση που δίνουν οι ίδιοι οι μελετητές αλλά και άλλες σχετικές μελέτες για την επίδραση των ανεμογεννητριών στην ατμόσφαιρα [3] [4], είναι η εξής: μια ανεμογεννήτρια, εκτός από το να απορροφά αιολική ενέργεια, δημιουργεί, λόγω της περιστροφής του ρότορα, κατακόρυφη ανάμειξη της κατώτερης ατμόσφαιρας.

Δηλαδή οι ανεμογεννήτριες απλώς ανακατανέμουν τη θερμότητα που ήδη υπάρχει στην ατμόσφαιρα. Η «μελέτη του Harvard» το λέει ρητά: «Wind power does not add more heat to the atmosphere – wind turbines redistribute heat by mixing and alter large-scale flows» («Η αιολική ενέργεια δεν προσθέτει περισσότερη θερμότητα στην ατμόσφαιρα – οι ανεμογεννήτριες αναδιανέμουν τη θερμότητα αναμειγνύοντας και μεταβάλλουν ροές μεγάλης κλίμακας»).

Το να υποστηρίζει, δηλαδή, κάποιος ότι οι ανεμογεννήτριες θερμαίνουν τον πλανήτη είναι σαν να υποστηρίζει ότι μια ηλεκτρική σκούπα που λειτουργεί κανονικά αυξάνει τη σκόνη σε ένα δωμάτιο. Απλώς δεν βγάζει νόημα.

Ποια είναι η πραγματική επίπτωση

Θα αντιτείνει κάποιος: όμως αυτό το «ανακάτεμα» που κάνει η ανεμογεννήτρια τελικά φέρνει θερμό αέρα στην επιφάνεια του εδάφους, όπου ζει ο άνθρωπος, και αυτό έχει σημασία. Αυτό που έχει πραγματική σημασία είναι να καταλάβουμε το πραγματικό μέγεθος επίδρασης για το οποίο μιλάμε και ότι η όποια επίδραση περιορίζεται στον χώρο του αιολικού πάρκου.

Όπως δείχνει η ίδια η «μελέτη του Harvard» και έχουν δείξει παρόμοιες μελέτες [5], για να είναι αυτή η επίδραση των ανεμογεννητριών «ανιχνεύσιμη», θα πρέπει να υφίστανται οι εξής προϋποθέσεις: (α) πάρα πολύ μεγάλος αριθμός ανεμογεννητριών και (β) εκτάσεις σχεδόν επίπεδες με ήπιο ανάγλυφο, που εμφανίζουν δηλαδή χαμηλή τύρβη υποβάθρου («background noise»).

Συνεπώς, για τα συνήθη αιολικά πάρκα, όπως αυτά που εγκαθίστανται στην Ελλάδα –δηλαδή χωρίς χιλιάδες ανεμογεννήτριες και εγκατεστημένα σε κορυφογραμμές χωρίς ήπιο ανάγλυφο– το να προσπαθούμε να ανιχνεύσουμε την επίδρασή τους στη θερμοκρασία είναι σαν να προσπαθούμε να μετρήσουμε ψιθύρους σε συναυλία. Δεν έχει κανένα πρακτικό νόημα.

Θα καλύψουν οι ΗΠΑ τις ηλεκτρικές τους ανάγκες μόνο με ανεμογεννήτριες, όπως το σενάριο στη «μελέτη του Harvard»; Όχι. Θα γίνει κάτι τέτοιο στην Ελλάδα; Πάλι όχι. Συνιστάται να γίνει; Προφανώς όχι, γιατί μια ορθή ενεργειακή πολιτική περιλαμβάνει πάντα ένα ισορροπημένο μείγμα διαφόρων μορφών ΑΠΕ.

Τότε γιατί γίνονται όλες αυτές οι μελέτες για την επίδραση ανεμογεννητριών στο κλίμα σε τοπική και όχι μόνο κλίμακα; Θα πρέπει να μας ανησυχούν; Τουναντίον. Η επιστημονική κοινότητα μπορεί να αναλώνει ατελείωτες ώρες, και ορθώς το κάνει, για κάθε μικρή λεπτομέρεια που σχετίζεται με την παραγωγή ενέργειας ή με όποιο άλλο ζήτημα. Για παράδειγμα, αν μας απασχολεί η ανάμειξη που προκαλεί ο άνθρωπος στην ατμόσφαιρα, θα μπορούσαμε εναλλακτικά να εξετάσουμε την επίδραση που έχουν οι τουρμπίνες των αεροπλάνων στις περίπου 40 εκατομμύρια πτήσεις που γίνονται παγκοσμίως ανά έτος [6] ή την επίδραση των υψηλών κτιρίων στις μεγαλουπόλεις. Μπορεί και να προκύψουν πιο ενδιαφέροντα αποτελέσματα.

Στην προκειμένη περίπτωση, τα ακραία, μη ρεαλιστικά, θεωρητικά σενάρια που διερευνώνται πρέπει να μας καθησυχάζουν, αφού, ακόμη και σε αυτά, η επίδραση των ανεμογεννητριών είναι ελάχιστη, τοπική και αναστρέψιμη.

Εδώ όμως κινδυνεύουμε να χάσουμε το δάσος: πλήθος επιστημονικών μελετών και εκθέσεων μας έχουν κρούσει τον κώδωνα του κινδύνου ότι οι κλιματικές επιπτώσεις των ορυκτών καύσιμων είναι μεγάλες, πλανητικής κλίμακας και μη αναστρέψιμες. Ο πλανήτης τις τελευταίες δεκαετίες θερμαίνεται σε όλα τα γεωγραφικά μήκη και πλάτη, σε όλα τα ύψη και βάθη, με έναν άνευ προηγουμένου ρυθμό. Δεν μπορούμε να εστιάζουμε στο τι γίνεται μόνο σε μια λεπτή «φλοίδα» μιας μεμονωμένης περιοχής και αυτό σε ένα ακραίο θεωρητικό σενάριο.

Χωρίς πυξίδα στη «θάλασσα» του διαδικτύου

Το παράδοξο είναι ότι, αν διαβάσει κάποιος τα αρνητικά δημοσιεύματα, θα δει ότι στο κυρίως κείμενό τους, που περιγράφει τη «μελέτη του Harvard» (ενίοτε με παραποιήσεις), τελικά δεν προκύπτει αυτό που αναφέρει ο τίτλος τους περί παγκόσμιας θέρμανσης λόγω ανεμογεννητριών! Δυστυχώς, όμως, στη «θάλασσα» του διαδικτύου επιπλέουν μόνο οι τίτλοι και στον κάθε μη ειδικό που δεν έχει τον χρόνο να αφιερώσει λίγα λεπτά αφήνουν μια αρνητική εντύπωση. Αυτός είναι και ο σκοπός τους.

Θα είχε ένα ενδιαφέρον να ακούσουμε την άποψη όλων αυτών που κάνουν «προώθηση» της «μελέτης του Harvard», αν μάθαιναν ότι ο ιθύνων νους της είναι από τους μεγαλύτερους θιασώτες του εκτεταμένου ψεκασμού της ανώτερης ατμόσφαιρας με θειούχες ενώσεις για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής. Ναι, ο David Keith υποστηρίζει με σθένος την εφαρμογή μεθόδων γεωμηχανικής (geoengineering)[7] όπως η παραπάνω για τον επηρεασμό του παγκόσμιου κλίματος από τον άνθρωπο. Οι μέθοδοι αυτές έχουν πολλά ρίσκα (αλλά αυτό είναι μια ξεχωριστή, μεγάλη συζήτηση).

Αν μένουμε μονάχα στη λέξη «Χάρβαρντ» –όπως εσκεμμένα κάνουν όσοι διακινούν και παραποιούν τη μελέτη–, μας «καπελώνει» ένα βάρος αυθεντίας που δεν επιτρέπει διάλογο, συζήτηση και προβληματισμό και που εντέλει είναι αντίθετο με τις αξίες οποιουδήποτε πανεπιστημιακού ιδρύματος. Ο Richard P. Feynman, ένας από τους μεγαλύτερους φυσικούς του 20ού αιώνα, δήλωνε συνεχώς την αντίθεσή του στις επιστημονικές αυθεντίες, υποστηρίζοντας ότι «η επιστήμη είναι μια κουλτούρα αμφιβολίας».

Ανεμογεννήτριες: Κλιματικές επιπτώσεις και κλιματικά οφέλη

Αν και αναγνωρίζεται στη «μελέτη του Harvard» ότι οι κλιματικές επιπτώσεις και τα κλιματικά οφέλη εξαρτώνται από ένα πλήθος παραμέτρων, παρουσιάστηκε τελικά ως μοναδικός δείκτης, για τον σκοπό αυτό, η επιφανειακή θερμοκρασία του αέρα, μεταξύ άλλων λόγων επειδή είναι συνήθης και εύληπτη η χρήση του.

Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι για τις ανεμογεννήτριες τα οφέλη υπερτερούν ξεκάθαρα, και οι ίδιοι οι μελετητές το καθιστούν σαφές: «Wind beats fossil fuels under any reasonable measure of long-term environmental impacts per unit of energy generated» («Ο άνεμος νικά τα ορυκτά καύσιμα κάτω από οποιοδήποτε εύλογο μέτρο μακροπρόθεσμων περιβαλλοντικών επιπτώσεων ανά μονάδα παραγόμενης ενέργειας»).

Παρά ταύτα η ανωτέρω προσέγγιση της χρήσης ενός μοναδικού δείκτη συντέινει στο να εκλαϊκευτεί η επιστημονική μελέτη και να χρησιμοποιηθεί με έναν εντελώς παραπλανητικό τρόπο. Ναι, η επιφανειακή θερμοκρασία χρησιμοποιείται ευρέως ως μέσο παρακολούθησης (monitoring) της ανθρωπογενούς κλιματικής αλλαγής, αλλά σε ένα πολύπλοκο σύστημα που λέγεται «πλανήτης Γη», το οποίο έχει τη δική του αδράνεια, συμβαίνουν τόσες άλλες αλλαγές ταυτόχρονα, οι οποίες δεν μπορούν να αγνοηθούν επειδή δεν έχουν δώσει ακόμη ένα «σήμα» στην επιφανειακή θερμοκρασία.

Αναφέρω δύο χαρακτηριστικά παραδείγματα:

1) Ποια η επίδραση των ανεμογεννητριών στα όσα συμβαίνουν τις τελευταίες δεκαετίες στην Ανταρκτική και τη Γροιλανδία με τη ραγδαία τήξη των πάγων; Καμία! Σε παράκτιες χώρες όπως η Ελλάδα, πρέπει να μας απασχολεί πολύ σοβαρά κάτι που φαίνεται τόσο μακρινό· γιατί δεν είναι.

2) Οι ωκεανοί, που καταλαμβάνουν το 70% της επιφάνειας του πλανήτη, έχουν απορροφήσει το 90% της πλεονάζουσας θερμότητας λόγω της ανθρωπογενούς παγκόσμιας θέρμανσης και τις μεγαλύτερες ποσότητες CO₂. Το τίμημα είναι ήδη βαρύ: το CO₂ διαλύεται στο νερό και μετατρέπεται σε ανθρακικό οξύ, οδηγώντας σε οξίνιση των θαλασσών. Οι επιπτώσεις ήδη

φαίνονται με την κατάρρευση κοραλλιογενών υφάλων, αυτού του hot-spot βιοποικιλότητας, αλλά και στα νερά της Μεσογείου, που θερμαίνονται συνεχώς.[8] Ποια είναι η επίπτωση των ανεμογεννητριών σε όλα αυτά; Μηδενική!

Δεν μπορούμε να μιλάμε για κλιματικές επιπτώσεις κοιτώντας μόνο την επιφανειακή θερμοκρασία του αέρα πάνω στις ηπείρους, όταν συμβαίνουν τόσα άλλα ανησυχητικά φαινόμενα. Αν συνεχίσουμε έτσι, σε μερικές δεκαετίες το Αιγαίο θα μετατραπεί σε μια ζεστή «σούπα» μικροπλαστικών όπου δεν θα θέλουμε να κολυμπήσουμε.

Η ανθρωπογενής κλιματική κρίση

Υπάρχει και το δεύτερο γενικό ζήτημα: τα δημοσιεύματα με τους ανυπόστατους ισχυρισμούς περί θέρμανσης του πλανήτη λόγω ανεμογεννητριών, όπως και άλλα παρόμοια δημοσιεύματα, συγκοινωνούν πάντα με το μεγάλο «δοχείο», αυτό της επίμονης (και αυτοκαταστροφικής) άρνησης της ανθρωπογενούς κλιματικής κρίσης.

Το 1896, ο Σουηδός φυσικός και χημικός Svante Arrhenius δημοσίευσε μια μνημειώδη εργασία [9], ορόσημο για την κατανόηση της επίδρασης του CO₂ στο κλίμα του πλανήτη, όπου, παρά τα πενιχρά υπολογιστικά μέσα της εποχής, έκανε υπολογισμούς για την κλιματική ευαισθησία (climate sensitivity) του πλανήτη: πόσο θα αυξηθεί η θερμοκρασία του πλανήτη εάν διπλασιαστεί η συγκέντρωση του CO₂ στην ατμόσφαιρα (παρά τις αποκλίσεις με αυτά που γνωρίζουμε σήμερα, συνέλαβε επακριβώς τη μαθηματική εξάρτηση των δύο μεγεθών!).

Είχαν προηγηθεί ο Γάλλος φυσικός και μαθηματικός Joseph Fourier το 1824, η Αμερικανίδα επιστήμονας Eunice Newton Foote το 1859 και ο Ιρλανδός φυσικός John Tyndall επίσης το 1859, που έθεσαν τις βάσεις για την κατανόηση του φαινομένου του θερμοκηπίου και του ρόλου του CO₂ σε αυτό. Όλα αυτά συνέβησαν το 19ο αιώνα, που δεν υπήρχε αιολικό λόμπι. Μόνο λόμπι ορυκτών καυσίμων υπήρχε, που έπαιζε χωρίς αντίπαλο.

Δύο αιώνες μετά, μπορούμε να «διυλίσουμε» την κάθε μικρή επίπτωση που έχει μια ανεμογεννήτρια στο περιβάλλον. Αυτό από μόνο του δεν είναι κακό. Θα διαφυλάξει το ότι θα απολαύσουμε όλα τα θετικά που έχει η αιολική ενέργεια για το περιβάλλον και την κοινωνία με τις ελάχιστες επιπτώσεις.

Δεν πρέπει όμως να «καταπιούμε» το μεγαλύτερο πείραμα που έχει γνωρίσει ο πλανήτης από τη δημιουργία του: τεράστιες ποσότητες άνθρακα, που αποθηκεύτηκαν στο υπέδαφος σε μια διαδικασία που διήρκεσε εκατομμύρια χρόνια, τώρα απελευθερώνονται βίαια στην ατμόσφαιρα σε λίγες μόνο δεκαετίες. Πρέπει να αντιμετωπίσουμε υπεύθυνα το πρόβλημα και οι ανεμογεννήτριες είναι μέρος της λύσης.

Δεν έχουμε άλλα χρονικά περιθώρια να κωφεύουμε στην κραυγή της επιστήμης. Γιατί τότε, σε μερικές δεκαετίες, θα αναπολούμε το φετινό ανυπόφορο καλοκαίρι ως ένα «δροσερό» καλοκαίρι.

[1] climate.copernicus.eu/copernicus-summer-2024-hottest-record-globally-and-europe

[2] web.stanford.edu/group/efmh/jacobson/Articles/I/CombiningRenew/18-RespMK.pdf

[3] Baidya, R. S. & Traiteur, J.J. *Impacts of wind farms on surface air temperatures. Proceedings of the National Academy of Science*, 107 (42): 17899-17904, 2010

[4] Wang, C. and Prinn, R. G. *Potential climatic impacts and reliability of very large-scale wind farms*, *Atmos. Chem. Phys.*, 10, 2053-2061, 2010

[5] Zhou, L., Tian Y., Baidya, R. S., Thorncroft, C., Bosart, L. F & Hu, Y. *Impacts of wind farms on land surface temperature. Nature Climate Change*, doi: 10.1038/NCLIMATE1505, 2012. nature.com/articles/nclimate

[6] statista.com/statistics/564769/airline-industry-number-of-flights/

[7] www.nytimes.com/2024/08/01/climate/david-keith-solar-geoengineering.html

[8] Lagouvardos, K.; Dafis, S.; Kotroni, V.; Kyros, G.; Giannaros, C. *Exploring Recent (1991–2020) Trends of Essential Climate Variables in Greece. Atmosphere* 2024, 15, 1104. doi.org/10.3390/atmos15091104

[9] *On the Influence of Carbonic Acid in the Air upon the Temperature of the Ground*, Svante Arrhenius, *Philosophical Magazine and Journal of Science Series 5*, Volume 41, April 1896, pages 237-276 (διαθέσιμο εδώ: rsc.org/images/Arrhenius1896_tcm18-173546.pdf)

- [ANEMOΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ](#)