

The project has been funded with the support of European Commission within ERASMUS+ program



Ενεργειακό Ζήτημα: Πυρηνική Ενέργεια και Ανανεώσιμες μορφές ενέργειας Φύλλα δραστηριοτήτων μαθητών

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License\(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



Το υλικό αυτό έχει ιδρυθεί με την υποστήριξη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Η δημοσίευση αυτή αντικατοπτρίζει μόνο τις απόψεις του δημιουργού και η Επιτροπή δεν μπορεί να θεωρηθεί υπεύθυνη για οποιαδήποτε χρήση των πληροφοριών που περιέχονται σε αυτήν. Δημοσίευση δωρεάν.

Project office: Ks. Janusza 64, 01-452, Warsaw, Poland <http://odyssey.igf.edu.pl> edukacja@igf.edu.pl



odyssey.igf.edu.pl

Εισαγωγή

Θέμα

Ενεργειακό Ζήτημα: Πυρηνική Ενέργεια και Ανανεώσιμες Μορφές Ενέργειας

Ορισμοί

Παρακάτω παρουσιάζονται το βασικό γλωσσάριο, οι λέξεις κλειδιά, και οι προϋπάρχουσες γνώσεις σας για τις επιστημονικές έννοιες και τις διαδικασίες που θα χρησιμοποιηθούν στο θέμα του ενεργειακού ζητήματος για την πυρηνική ενέργεια και τις ανανεώσιμες μορφές ενέργειας.

Ορυκτά καύσιμα: Μια πηγή ενέργειας, που σχηματίζεται στον φλοιό της γης από αποσυντιθέμενο οργανικό υλικό. Τα τρία πιο κοινά ορυκτά καύσιμα είναι ο άνθρακας, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, τα οποία προέρχονται από κάποιους ζωντανούς οργανισμούς και μπορούν να μεταποιηθούν για να αποδώσουν ενέργεια. Ο άνθρακας, φτιαγμένος από υπολείμματα φυτών, χρησιμοποιείται στην παραγωγή ηλεκτρισμού και χημικών καθώς και στη χαλυβουργία. Το πετρέλαιο σχηματίζεται από τα ερείπια των ελεύθερων πλαγκτονίων οργανισμών που ζουν στον ανοιχτό ωκεανό. Καθώς τα ιζήματα, πλούσια σε αυτούς τους οργανισμούς, θάβονται και συμπιέζονται, η οργανική ύλη μεταβάλλεται. Κοντά στην επιφάνεια, τα βακτήρια μετατρέπουν μέρος της οργανικής ύλης σε μεθάνιο (φυσικό αέριο). Οι βαθύτερες θερμοκρασίες ταφής από 50 ° έως 150 ° C προάγουν τον σχηματισμό ελαίου.

Βιομηχανική παραγωγή και ενέργεια: Σχολικό βιβλίο Γ' τάξης Ενιαίου Λυκείου <http://ebooks.edu.gr/modules/ebook/show.php/DSGL-C124/54/418,1553/>

Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ): Οι ΑΠΕ ή οι ήπιες μορφές ενέργειας, οι νέες πηγές ενέργειας ή η πράσινη ενέργεια είναι οι μη ορυκτές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, δηλαδή η αιολική, η ηλιακή και η γεωθερμική ενέργεια, η ενέργεια κυμάτων, η παλιρροϊκή ενέργεια, η υδραυλική ενέργεια, τα αέρια τα εκλυόμενα από χώρους υγειονομικής ταφής, από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού και τα βιοαέρια, όπως ορίζει η ΟΔΗΓΙΑ 2001/77/ΕΚ (Πηγή: ΥΠΕΚΑ).

Σύμφωνα με το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας :

Αιολική Ενέργεια: Η κινητική ενέργεια που παράγεται από τη δύναμη του ανέμου και μετατρέπεται σε απολήψιμη μηχανική ενέργεια ή / και σε ηλεκτρική ενέργεια. Οι ανεμογεννήτριες είναι μηχανές, οι οποίες μετατρέπουν την κινητική ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική. Η μετατροπή γίνεται σε δύο στάδια. Στο πρώτο στάδιο, μέσω της πτερωτής, μετατρέπεται η κινητική ενέργεια του ανέμου σε μηχανική με τη μορφή περιστροφής του άξονα της πτερωτής και στο δεύτερο στάδιο, μέσω της γεννήτριας, επιτυγχάνουμε την μετατροπή της μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική.

Υδροηλεκτρική Ενέργεια: Η υδροηλεκτρική Ενέργεια (Υ/Ε) στηρίζεται στην εκμετάλλευση και μετατροπή της δυναμικής ενέργειας του νερού των λιμνών και της κινητικής ενέργειας του νερού των ποταμών σε ηλεκτρική ενέργεια. Η μετατροπή αυτή γίνεται σε δύο στάδια. Στο πρώτο στάδιο, μέσω της πτερωτής του στροβίλου, έχουμε την μετατροπή της κινητικής ενέργειας του νερού σε μηχανική ενέργεια με την μορφή περιστροφής

του άξονα της πτερωτής και στο δεύτερο στάδιο, μέσω της γεννήτριας, επιτυγχάνουμε τη μετατροπή της μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική. Το σύνολο των έργων και εξοπλισμού μέσω των οποίων γίνεται η μετατροπή της υδραυλικής ενέργειας σε ηλεκτρική, ονομάζεται Υδροηλεκτρικό Έργο (ΥΗΕ). Η δέσμευση/ αποθήκευση ποσοτήτων ύδατος σε φυσικές ή τεχνητές λίμνες, για έναν Υδροηλεκτρικό Σταθμό, ισοδυναμεί με αποταμίευση υδροηλεκτρικής ενέργειας. Η προγραμματισμένη αποδέσμευση αυτών των ποσοτήτων ύδατος και η εκτόνωσή τους στους υδροστρόβιλους οδηγεί στην ελεγχόμενη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Με δεδομένη την ύπαρξη κατάλληλων υδάτινων πόρων και τον επαρκή εφοδιασμό τους με τις απαραίτητες βροχοπτώσεις, η Υ/Ε καθίσταται μια σημαντικότερη εναλλακτική πηγή ανανεώσιμης ενέργειας. (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=484&language=el-GR)

Ηλιακή Ενέργεια: Χαρακτηρίζουμε το σύνολο των διαφόρων μορφών ενέργειας που προέρχονται από τον Ήλιο. Το φως και η θερμότητα που ακτινοβολούνται, απορροφώνται από στοιχεία και ενώσεις στη Γη και μετατρέπονται σε άλλες μορφές ενέργειας. Η τεχνολογία, σήμερα, αξιοποιεί ένα μηδαμινό ποσοστό της καταφθάνουσας, στην επιφάνεια του πλανήτη μας, ηλιακής ενέργειας με τα ακόλουθα:

- **Ενεργητικά Ηλιακά Συστήματα:** Μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε θερμότητα.

- **Βιοκλιματικό σχεδιασμό και παθητικά ηλιακά συστήματα:** Αφορούν αρχιτεκτονικές λύσεις και χρήση κατάλληλων δομικών υλικών για τη μεγιστοποίηση της απευθείας εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας για θέρμανση, κλιματισμό ή φωτισμό.

- **Φωτοβολταϊκά Ηλιακά Συστήματα:** Μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια, άμεσα, σε ηλεκτρική ενέργεια.

Γεωθερμική Ενέργεια: Η θερμική ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της γης και εμπεριέχεται σε φυσικούς ατμούς, σε επιφανειακά ή υπόγεια θερμά νερά και σε θερμά ξηρά πετρώματα.

Υδρογόνο: Το υδρογόνο αποτελεί το 90% του σύμπαντος και θα αποτελέσει ένα νέο καύσιμο, που θα χρησιμοποιούμε στο μέλλον.

Βιομάζα: Φυτικό υλικό και ζωικά απόβλητα. Είναι η παλαιότερη πηγή ανανεώσιμης ενέργειας, που χρησιμοποιείται από τότε που οι πρόγονοί μας έμαθαν το μυστικό της φωτιάς. Η βιομάζα είναι ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, όχι μόνο επειδή η ενέργειά της προέρχεται από τον ήλιο, αλλά και επειδή μπορεί να ξαναγεννηθεί σε σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα σε σύγκριση με τα εκατοντάδες εκατομμύρια έτη που χρειάζονται για τη δημιουργία ορυκτών καυσίμων. Μέσα από τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης, η χλωροφύλλη συλλαμβάνει την ενέργεια του ήλιου μετατρέποντας το διοξείδιο του άνθρακα από τον αέρα και το νερό από το έδαφος σε σύμπλοκους υδατάνθρακες, που αποτελούνται από άνθρακα, υδρογόνο και οξυγόνο. Όταν αυτοί οι υδατάνθρακες καίγονται, γυρίζουν πίσω σε διοξείδιο του άνθρακα και νερό και απελευθερώνουν την ενέργεια που συλλαμβάνουν από τον ήλιο. (https://www.ucsusa.org/clean_energy/our-energy-choices/renewable-energy/how-biomass-energy-works.html)

Αν και **οι εναλλακτικές μορφές ενέργειας και οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας** λειτουργούν, για να μειώσουν τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, υπάρχει μια μεγάλη διαφορά μεταξύ των δύο. Η ανανεώσιμη ενέργεια προέρχεται από μια φυσική πηγή και αναπληρώνεται φυσικά,

χωρίς την ανθρώπινη παρέμβαση. Η εναλλακτική ενέργεια δεν περιλαμβάνει την ηλιακή ενέργεια, αλλά περιλαμβάνει πόρους, όπως το φυσικό αέριο (συχνά λαμβανόμενοι από το φράγμα ή την έγχυση πίεσης σε υπόγεια ρωγμές), τη συμπαραγωγή φυσικού αερίου, τα στοιχεία καυσίμου ή οποιαδήποτε ενέργεια αποβλήτων, που δεν αναπληρώνεται φυσικά, αλλά εκπέμπει χαμηλότερες εκπομπές άνθρακα. Το πετρέλαιο δεν θεωρείται εναλλακτικός ενεργειακός πόρος, καθώς αποτελεί την κύρια αιτία εκπομπών άνθρακα και δεν αναπληρώνεται φυσικά. Τα αποθέματα πετρελαίου της Γης, τελικά, θα μειωθούν, αν και μπορεί να χρειαστούν αιώνες.

Ο όρος «βιώσιμη» εννοείται, γενικά, ότι σημαίνει «ικανοποίηση των αναγκών του παρόντος χωρίς να διακυβεύεται η ικανότητα των μελλοντικών γενεών να ικανοποιούν τις δικές τους ανάγκες». **Στο πλαίσιο των ενεργειακών επιλογών, η έννοια της «βιώσιμης»** συνεπάγεται την ικανότητα να παρέχει ενέργεια για απεριόριστα μακρές χρονικές περιόδους (δηλαδή, σε πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα) χωρίς να τη στερεί από τις μελλοντικές γενιές και με τρόπο φιλικό προς το περιβάλλον, οικονομικά βιώσιμη, ασφαλής και ικανή να παραδοθεί αξιόπιστα.

Αναφορά από την Επιτροπή των Ηνωμένων Εθνών, Brundtland Report 1987.

Πρόσβαση <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>

Οι προσπάθειες της ανθρωπότητας πρέπει να τείνουν και να επιτύχουν αυτό την **«αιφόρο ανάπτυξη» ή βιώσιμη ανάπτυξη**. Ο όρος **αιφόρος ανάπτυξη** χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά πριν μερικά χρόνια από επιστήμονες, πρωτοπόρους στη γεωργική οικολογία. Η σημασία του προσαρμόζεται ανάλογα με τον τομέα όπου χρησιμοποιείται. Σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή, η Γη, ως σύνολο αλλά και με τις επιμέρους περιοχές της, έχει μια περιορισμένη δυνατότητα να στηρίζει τις διάφορες μορφές ζωής, περιλαμβανομένου και του ανθρώπου. Μια αιφόρα κοινωνία ρυθμίζει έτσι την οικονομία της και το μέγεθος του πληθυσμού της, ώστε να μην υπερβαίνει τις δυνατότητες που έχει ο πλανήτης για να απορροφά τις ζημιές που προκαλούνται στο περιβάλλον, να ξαναδημιουργεί τους πόρους του και να υποστηρίζει τη ζωή για χιλιάδες χρόνια. Έτσι οι ανάγκες του πληθυσμού μπορούν να ικανοποιούνται χωρίς να εξαντλείται το γήινο κεφάλαιο και χωρίς να δημιουργείται κίνδυνος στην προοπτική της παρούσας και των μελλοντικών γενεών του ανθρώπου και των άλλων ειδών. (Σχολικό εγχειρίδιο Διαχείριση Φυσικών Πόρων, σ. 22).

Μια πολύ σοβαρή συνέπεια της ρύπανσης του ατμοσφαιρικού αέρα είναι το **φαινόμενο του θερμοκηπίου, με αποτέλεσμα την αλλαγή του κλίματος της γης**. Αέρια προερχόμενα από ανθρωπογενείς δραστηριότητες (βιομηχανία, καύσεις, αποδασώσεις κ.λπ.) δημιουργούν στα κατώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας ένα πυκνό στρώμα, που επιτρέπει, βέβαια, στις ακτίνες του ήλιου να διαπερνούν την ατμόσφαιρα και να θερμαίνουν την επιφάνεια της γης. Το μεγαλύτερο, όμως, μέρος της ενέργειας που έχει δεχθεί η γη παγιδεύεται κοντά στην επιφάνειά της λόγω του πυκνού στρώματος των αερίων, και αντανακλάται πάλι στην επιφάνειά της αυξάνοντας το ποσοστό θερμότητας που εγκλωβίζεται, ενώ ένα μέρος αυτής της ενέργειας επανεκπέμπεται από τη γη στο διάστημα. Αυτό το στρώμα των αερίων επιτρέπει την είσοδο των ηλιακών ακτίνων (υπεριώδεις) στη γήινη ατμόσφαιρα, αλλά εμποδίζει την έξοδο της θερμότητας (υπέρυθρες ακτίνες), με αποτέλεσμα να επικρατούν στην επιφάνεια της γης συνθήκες «θερμοκηπίου», να αυξάνεται δηλαδή η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας.

Αιτίες της κλιματικής αλλαγής: Οι άνθρωποι επηρεάζουν ολοένα και περισσότερο το κλίμα και τη θερμοκρασία της γης μέσω της χρήσης ορυκτών καυσίμων, της αποψίλωσης των ομβρόφυλων δασών και της κτηνοτροφίας. Οι δραστηριότητες αυτές προσθέτουν τεράστιες ποσότητες αερίων του θερμοκηπίου στα αέρια που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα, προκαλώντας επιδείνωση του φαινομένου του θερμοκηπίου και υπερθέρμανση του πλανήτη.

Ορισμένα αέρια της ατμόσφαιρας λειτουργούν όπως το γυαλί των θερμοκηπίων, παγιδεύοντας τη θερμότητα του ήλιου και εμποδίζοντας τη διάχυσή της στο διάστημα. Πολλά από αυτά τα αέρια υπάρχουν στη φύση. Η ανθρώπινη δραστηριότητα, όμως, έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση των συγκεντρώσεων ορισμένων από αυτά στην ατμόσφαιρα, ιδίως των εξής:

- ✚ διοξείδιο του άνθρακα (CO₂)
- ✚ μεθάνιο
- ✚ υποξείδιο του αζώτου
- ✚ φθοριούχα αέρια

Το CO₂ είναι το αέριο του θερμοκηπίου που παράγεται συχνότερα από τις ανθρώπινες δραστηριότητες και ευθύνεται για το 63% της υπερθέρμανσης του πλανήτη εξαιτίας αυτών των δραστηριοτήτων. Η συγκέντρωσή του στην ατμόσφαιρα είναι σήμερα κατά 40% υψηλότερη από ό, τι κατά την έναρξη της εκβιομηχάνισης. Άλλα αέρια του θερμοκηπίου εκλύονται σε μικρότερες ποσότητες αλλά παγιδεύουν τη θερμότητα πολύ περισσότερο από το CO₂, και σε μερικές περιπτώσεις είναι κατά πολύ ισχυρότερα. Το μεθάνιο ευθύνεται για το 19% της υπερθέρμανσης του πλανήτη από ανθρωπογενείς αιτίες και το υποξείδιο του αζώτου για το 6%.

Δημοσίευμα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής : Δράση για το κλίμα https://ec.europa.eu/clima/change/causes_el

Η κιλοβατώρα είναι μονάδα μέτρησης ενέργειας. Διεθνές σύμβολο της μονάδας αυτής είναι kWh (μόνο το W κεφαλαίο), εκ των αρχικών των λέξεων κίλο - βατ - ώρα στο Διεθνές σύστημα μονάδων. Μία κιλοβατώρα είναι η ενέργεια που παράγεται ή καταναλώνεται μέσα σε μία ώρα υπό σταθερή ισχύ ενός κιλοβάτ. Μία kWh ισοδυναμεί με 3.600.000 Joule δηλ. 3,6 MJ. Σε μεγαλύτερη κλίμακα χρησιμοποιείται και η μονάδα μεγαβατώρα (MWh): μία MWh = 1000 kWh = 3,6 GJ. Σε ακόμη μεγαλύτερη κλίμακα χρησιμοποιείται και η μονάδα γιγαβατώρα (GWh): μία GWh = 1000 MWh = 3,6 TJ.

Συντελεστής χωρητικότητας (Capacity factor). Ένας άλλος τρόπος για να μετρηθεί η ετήσια παραγωγή ενέργειας μιας συγκεκριμένης μηχανής (λ.χ. από μία ανεμογεννήτρια) είναι ο υπολογισμός του συντελεστή χωρητικότητας. Ο συντελεστής χωρητικότητας ορίζεται ως το κλάσμα της ετήσιας παραγωγής ενέργειας προς την ετήσια μέγιστη θεωρητική παραγωγή ενέργειας. Συνήθως, έχει τιμές μεταξύ 20% και 70%, με συχνότερη τιμή 25-30%. Σκόδρας Γ. Ήπιες και νέες μορφές ενέργειας, eclass.uowm.gr.

Δομή της ύλης: Το μόριο, το μικρότερο τμήμα ενός συστατικού που διατηρεί τις ιδιότητές του. Τα μόρια αποτελούνται από ακόμη μικρότερα σωματίδια, τα άτομα. Οι δομικές μονάδες της ύλης είναι τα άτομα και τα μόρια (συγκροτήματα ατόμων) (Ατομική Θεωρία Dalton). Η μάζα του ατόμου είναι συγκεντρωμένη σ' ένα χώρο που ονομάζεται πυρήνας. Ο πυρήνας συγκροτείται από πρωτόνια (p), που φέρουν θετικό ηλεκτρικό φορτίο, και από ουδέτερα νετρόνια (n). *Χημεία Α Λυκείου, Επιστημονικός υπεύθυνος - Διεύθυνση ομάδων εργασίας: Στέλιος Λιοδάκης, <http://ebooks.edu.gr/modules/ebook/show.php/DSGL111/482/3167,12765/>, Οργανισμός Εκδόσεων Διδακτικών βιβλίων.*

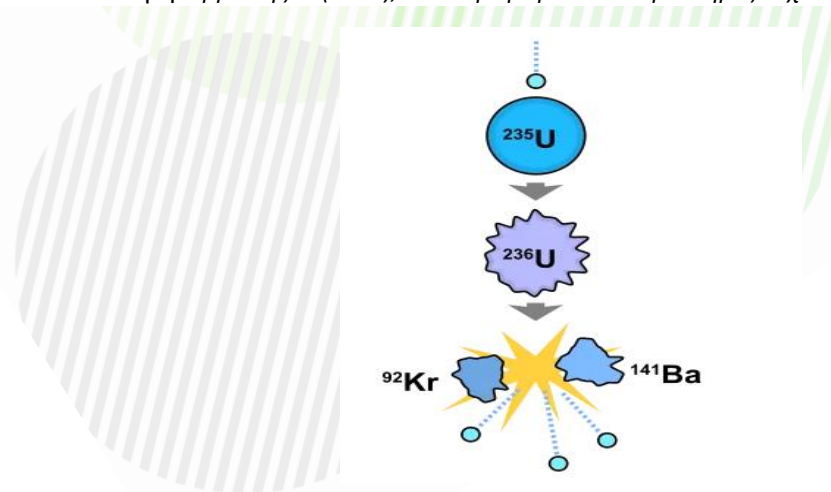
Ισότοποι πυρήνες: Τα άτομα που έχουν τον ίδιο αριθμό πρωτονίων αλλά διαφορετικό μαζικό αριθμό ονομάζονται ισότοπα. Στα ισότοπα ενός χημικού στοιχείου δεν αλλάζουν οι χημικές ιδιότητες, διότι δεν αλλάζει ο αριθμός των ηλεκτρονίων (αφού είναι ίδιος με τον αριθμό των πρωτονίων). Παρουσιάζουν όμως διαφορές ως προς τις φυσικές ιδιότητες (π.χ. σημείο τήξης, σημείο βρασμού, ρυθμός διάχυσης). *Χημεία Α Λυκείου, Επιστημονικός υπεύθυνος - Διεύθυνση ομάδων εργασίας: Στέλιος Λιοδάκης, <http://ebooks.edu.gr/modules/ebook/show.php/DSGL111/482/3167,12765/>, Οργανισμός Εκδόσεων Διδακτικών βιβλίων.*

Μεταξύ των πρωτονίων ασκούνται ισχυρές απωστικές δυνάμεις. Πού οφείλεται λοιπόν η σταθερότητα των πυρήνων; Γιατί τα πρωτόνια δεν εκσφενδονίζονται μακριά το ένα από το άλλο; Το 1935, ο Ιάπωνας φυσικός Γιουκάβα, για να ερμηνεύσει τον σχηματισμό των πυρήνων, πρότεινε την ύπαρξη μιας άγνωστης μέχρι τότε δύναμης. Αυτή ασκείται μέσα στον πυρήνα και είναι ισχυρότερα ελκτική, ώστε να υπερνικά την άπωση μεταξύ των πρωτονίων. **Ονομάζεται ισχυρή πυρηνική δύναμη.** Ασκείται μόνο μεταξύ γειτονικών πρωτονίων και νετρονίων, είναι ελκτική και εξίσου ισχυρή για τα ζεύγη πρωτονίου-πρωτονίου, πρωτονίου-νετρονίου και νετρονίου-νετρονίου. Εξαιτίας αυτής της ισοδυναμίας **τα πρωτόνια και τα νετρόνια ονομάζονται με μια λέξη νουκλεόνια.** Τα νουκλεόνια στον πυρήνα έχουν δυναμική ενέργεια, την οποία ονομάζουμε πυρηνική. Έχει αποδειχτεί πειραματικά ότι ο πυρήνας έχει μικρότερη μάζα από τη συνολική μάζα των νουκλεονίων από τα οποία σχηματίζεται. Αυτή η διαφορά μαζών ονομάζεται έλλειμμα μάζας. Ο Αϊνστάιν, στο πλαίσιο της ειδικής θεωρίας της σχετικότητας απέδειξε ότι η μάζα (m) και η ενέργεια (E) συνδέονται με την εξίσωση: $E=mc^2$, όπου c η ταχύτητα του φωτός στο κενό. Δηλαδή η δυναμική ενέργεια των νουκλεονίων στους πυρήνες αντιστοιχεί σε ορισμένη ποσότητα μάζας, ίση ακριβώς με το έλλειμμα μάζας. Κατά την αυθόρμητη ραδιενεργό διάσπαση ή την τεχνητή παραγωγή ενός πυρήνα με βομβαρδισμό ενός άλλου πυρήνα συμβαίνει μια αναδιάταξη των συστατικών των πυρήνων, δηλαδή μια πυρηνική αντίδραση. Υπάρχει όμως μια πολύ σημαντική ποσοτική διαφορά. Η ενέργεια σύνδεσης των νουκλεονίων στον πυρήνα, λόγω του ελλείμματος μάζας και της μεγάλης τιμής της ταχύτητας του φωτός, είναι περίπου ένα εκατομμύριο φορές μεγαλύτερη από την ενέργεια σύνδεσης των ηλεκτρονίων στο άτομο. Συνεπώς, η δυναμική ενέργεια των σωματιδίων που μετατρέπεται σε κινητική σε μια πυρηνική αντίδραση είναι ένα εκατομμύριο φορές μεγαλύτερη από την αντίστοιχη σε μια χημική αντίδραση. **Οι δύο κύριες πυρηνικές αντιδράσεις με τις οποίες εκλύεται αυτή η τεράστια ποσότητα ενέργειας είναι η πυρηνική σχάση και η πυρηνική σύντηξη.**

Φυσική Γ Γυμνασίου, Νικόλαος Αντωνίου, Παναγιώτης Δημητριάδης, Κωνσταντίνος Καμπούρης, Κωνσταντίνος Παπαμιχάλης, Λαμπρινή Παπατσιμπα, ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ «ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ», <http://ebooks.edu.gr/modules/ebook/show.php/DSGYM-C201/531/3516,14435/>

Πυρηνική σχάση ονομάζεται η διάσπαση ενός ασταθούς πυρήνα σε δύο μικρότερους πυρήνες με σχεδόν ίσες μάζες. Συνήθως, συνοδεύεται από ταυτόχρονη εκπομπή νετρονίων και απελευθέρωση τεράστιας ποσότητας ενέργειας. Ένας πυρήνας του ισότοπου του ουρανίου παθαίνει σχάση, όταν βομβαρδίζεται με νετρόνια και διασπάται, συνήθως, σ' έναν πυρήνα βαρίου και σ' έναν πυρήνα κρυπτού, ενώ συγχρόνως εκπέμπονται τρία νετρόνια. Καθένα από αυτά μπορεί να προκαλέσει νέα σχάση και, επομένως, να προκύψει μια αλυσιδωτή αντίδραση. Η αλυσιδωτή αντίδραση μπορεί να είναι αργή και ελεγχόμενη, π.χ. σ' ένα πυρηνικό αντιδραστήρα ενός ενεργειακού σταθμού πυρηνικής σχάσης.

Αυθόρμητη Σχάση: Σύμφωνα με την κβαντομηχανική υπάρχει μια μικρή αλλά πεπερασμένη πιθανότητα ο πυρήνας να διαχωριστεί σε δύο μικρότερους χωρίς την ύπαρξη κάποιας εξωτερικής διέγερσης. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται αυθόρμητη σχάση. Παρατηρείται σε βαρείς πυρήνες, αν και είναι σπάνιο φαινόμενο. Με την προσφορά ενέργειας στον πυρήνα, μέσω κάποιου σωματιδίου και πιο συγκεκριμένα κάποιου νετρονίου η πιθανότητα σχάσης αυξάνεται. Ωστόσο, η αύξηση της πιθανότητας σχάσης δεν αυξάνεται ισόποσα με την προσφορά ενέργειας. Μέχρι κάποια κρίσιμη ενέργεια διέγερσης (κατώφλι ενέργειας), η πιθανότητα σχάσης αυξάνεται ελάχιστα, ενώ όταν ξεπεραστεί, η αύξηση που παρατηρείται είναι εξαιρετικά απότομη. *Ερμείδης Κ. (2016), Αναπαραγωγικοί αντιδραστήρες ταχέων νετρονίων, Πτυχιακή εργασία, Τμήμα Φυσικής, ΑΠΘ.*



Παράδειγμα σχάσης που προκλήθηκε από το βομβαρδισμό ενός πυρήνα Ουρανίου-235 με θερμικό νετρόνιο. Από την αντίδραση ελευθερώνονται τρία νετρόνια.

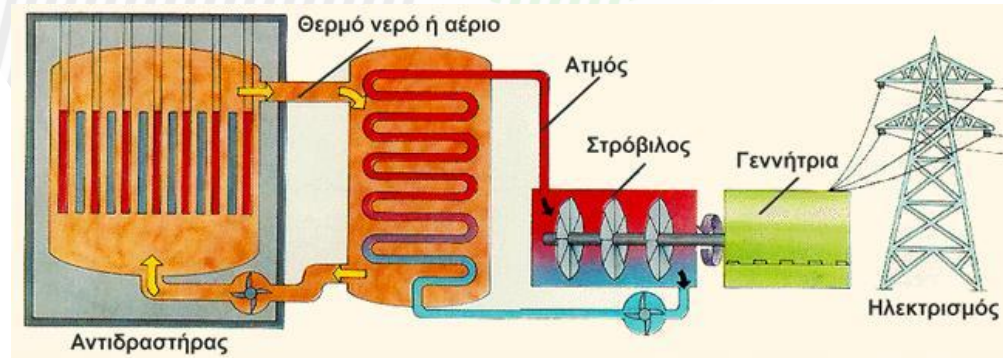
Παραγωγή Πυρηνικής Ενέργειας – Πυρηνικοί Αντιδραστήρες:

Η **λειτουργία των πυρηνικών αντιδραστήρων** στηρίζεται στην αντίδραση νετρονίων με το σχάσιμο υλικό του καυσίμου με το οποίο τροφοδοτούνται. Όλοι οι αντιδραστήρες που είναι σε λειτουργία χρησιμοποιούν καύσιμα ουρανίου (U), ενώ σε κάποιες περιπτώσεις υπάρχει και

πλουτώνιο (Pu). Αντωνόπουλος-Ντόμης Μ.: *Εισαγωγή στην Πυρηνική Τεχνολογία*, Εκδόσεις Ζήτη, (2005) ; Τσάγκας Ν.Φ.: *Πυρηνική Τεχνολογία*, Εκδόσεις Αϊβάξης, (1986).

Πυρηνικός αντιδραστήρας: Πρόκειται για διάταξη κατάλληλα σχεδιασμένη, ώστε να πραγματοποιείται ελεγχόμενη αυτοσυντήρητη αλυσιδωτή αντίδραση σχάσης. Το κεντρικό μέρος της διάταξης, όπου πραγματοποιούνται οι σχάσεις, αποτελεί την καρδιά ή πυρήνα του αντιδραστήρα και αποτελείται από τα πυρηνικά καύσιμα, το ψυκτικό, τον επιβραδυντή και τον ανακλαστήρα. Στην συνέχεια, έχουμε τις ράβδους ελέγχου, τη δεξαμενή υψηλής πίεσης και τη θωράκιση προστασίας. Εξάιρεση αποτελούν οι αντιδραστήρες ταχέων νετρονίων, όπου δεν υπάρχει επιβραδυντής. Χρησιμοποιούνται για: α) παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, β) παρασκευή ισοτόπων για ιατρική και βιομηχανική χρήση, γ) για ερευνητικούς σκοπούς. Ερμείδης Κ. (2016), *Αναπαραγωγικοί αντιδραστήρες ταχέων νετρονίων*, Πτυχιακή εργασία, Τμήμα Φυσικής, ΑΠΘ.

Οι σταθμοί των πυρηνικών αντιδραστήρων λειτουργούν με παρόμοιο τρόπο με τους υπόλοιπους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Η διαφορά έγκειται στο ότι οι πυρηνικοί σταθμοί δεν χρησιμοποιούν άνθρακα ή αέριο για τη δημιουργία θερμότητας, αλλά αντιδράσεις πυρηνικής σχάσης. Η θερμότητα από τις πυρηνικές αντιδράσεις μετατρέπει το νερό σε ατμό, το οποίο οδηγεί σε τουρμπίνες που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια. Μέσα σε έναν πυρηνικό αντιδραστήρα, ράβδοι ουρανίου είναι τοποθετημένοι σε δέσμες και βυθίζονται σε μια γιγαντιαία δεξαμενή νερού υπό πίεση. Ολόκληρος ο αντιδραστήρας βρίσκεται μέσα σε μία πολύ ανθεκτική κατασκευή από σκυρόδεμα, η οποία εμποδίζει τη διαφυγή της ακτινοβολίας στο περιβάλλον. Όταν ο αντιδραστήρας λειτουργεί, τα σωματίδια υψηλής ταχύτητας, που ονομάζονται νετρόνια, χτυπάνε τα άτομα ουρανίου και τα χωρίζουν. Η διαδικασία αυτή είναι γνωστή ως πυρηνική σχάση. Μέσω αυτής της διαδικασίας απελευθερώνεται πολλή ενέργεια και περισσότερα νετρόνια, τα οποία συνεχίζουν να διασπούν άλλα άτομα ουρανίου, προκαλώντας αλυσιδωτή αντίδραση. Η ενέργεια αυτή θερμαίνει το νερό, το οποίο διοχετεύεται σε μια γεννήτρια ατμού. <https://volton.gr/puriniki-energeia/>



Από την πυρηνική σχάση στον ηλεκτρισμό / Πηγή: noesis.edu.gr

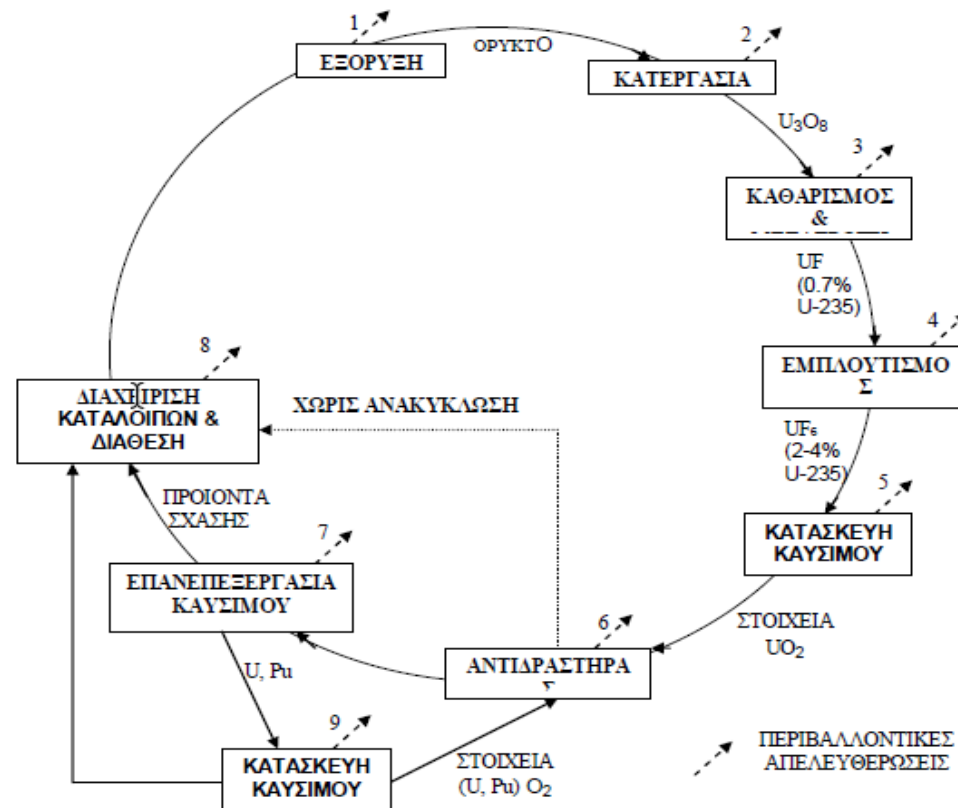
Το εμπλουτισμένο Ουράνιο παίρνει την μορφή σφαιριδίων (pellets), τα οποία συσκευάζονται σε “ράβδους καυσίμου” (fuelpins). Οι ράβδοι καυσίμου τοποθετούνται στον αντιδραστήρα, προστίθεται “επιβραδυντικό υλικό (moderator)” (ύδωρ, βαρύ ύδωρ, στερεός γραφίτης, Βηρύλλιο, ή υδρογονάνθρακες) και ρυθμιστικές ράβδοι (ή “ράβδοι ελέγχου”). Το όλο σύστημα αποκαλείται συχνά “πυρήνας”.

Η σχάση του πυρήνα U-235 παράγει θυγατρικούς πυρήνες και νετρόνια. Οι θυγατρικοί πυρήνες εκτοξεύονται με τεράστια κινητική ενέργεια, συγκρούονται με άλλα άτομα και οι ράβδοι των καυσίμων θερμαίνονται. Τα παραγόμενα νετρόνια, εξερχόμενα από τις ράβδους καυσίμου, εισέρχονται στο επιβραδυντικό υλικό, όπου χάνουν σημαντικό μέρος της ενέργειάς τους (λέγονται πλέον “θερμικά” νετρόνια). Η απώλεια ενέργειας είναι ηθελημένη καθώς η νέα τους (χαμηλή) ενέργεια είναι η μόνη κατάλληλη για να προκαλέσει νέες σχάσεις. Πράγματι, τα θερμικά νετρόνια εισέρχονται εκ νέου στις ράβδους του καυσίμου και προκαλούν νέες σχάσεις πυρήνων U-235, κ.ο.κ.

Ωστόσο, ο αριθμός των νετρονίων πρέπει να ελέγχεται για να μη γίνει η διαδικασία ανεξέλεγκτη και προκληθεί τήξη του αντιδραστήρα από την εκλυόμενη θερμότητα. Για τον σκοπό αυτό, ράβδοι ελέγχου από ειδικά υλικά τα οποία απορροφούν αποτελεσματικά τα νετρόνια αλλά δεν λειώνουν εύκολα (Βόριο, Κάδμιο), βυθίζονται στην καρδιά του αντιδραστήρα, ώστε να ελέγχεται ο ρυθμός των πυρηνικών αντιδράσεων.

Οι περισσότεροι πυρηνικοί αντιδραστήρες σήμερα διαθέτουν πυρήνα, βυθισμένο σε βάθος 6-7 μέτρων σε ανοικτή δεξαμενή, γεμάτη ψυκτικό υλικό (συνήθως νερό). Το ψυκτικό υλικό κυκλοφορεί υπό πίεση μέσα στα “κανάλια” του επιβραδυντή. Με τη βοήθειά του, η θερμική ενέργεια που απελευθερώνεται από τη σχάση του πυρηνικού καυσίμου απάγεται και μεταφέρεται σε εναλλάκτη θερμότητας. Εκεί, χρησιμοποιείται για την παραγωγή ατμού, με τον οποίο τίθεται σε λειτουργία στρόβιλος, ο οποίος με την σειρά του περιστρέφει ηλεκτρογεννήτρια. Ο πυρηνικός αντιδραστήρας εκπέμπει επίσης έντονη ακτινοβολία, η οποία αξιοποιείται στην παραγωγή ραδιοϊσοτόπων για ιατρική κυρίως χρήση. (Κάππος, Κ. (2018) ; Ανάκτηση ; NEI, “What is Nuclear Energy, <https://www.nei.org/fundamentals/what-is-nuclear-energy>, Nuclear Energy Institute, USA)

«Κύκλος πυρηνικού καυσίμου» είναι μια σειρά από βιομηχανικές και πυρηνικές διαδικασίες που εμπλέκονται στην παραγωγή ηλεκτρισμού στους πυρηνικούς αντιδραστήρες ισχύος με τη χρήση ουρανίου και πλουτωνίου. Ο κύκλος πυρηνικού καυσίμου ξεκινά με την εξόρυξη του ορυκτού ουρανίου από το έδαφος και τελειώνει με τη διάθεση των ραδιενεργών καταλοίπων, που παράγονται κατά τη διάρκεια της κανονικής λειτουργίας όλου του κύκλου.



Cochran R.G. and Tsoulfanidis N.: *The Nuclear Fuel Cycle: Analysis and Management*, American Nuclear Society, Illinois, (1999)

- ✓ Εξόρυξη και κατεργασία του ορυκτού ουρανίου.
- ✓ Το προϊόν της κατεργασίας δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατευθείαν ως καύσιμο του πυρηνικού αντιδραστήρα. Το U_3O_8 καθαρίζεται από τις ακαθαρσίες που μπορεί να περιέχει από τη διάσπαση του ουρανίου και από άλλα υλικά (NO_2 , HF , CaF) και μετατρέπεται σε UF_6 .
- ✓ Εμπλουτισμός: Η διαδικασία του εμπλουτισμού (enrichment) είναι αυτή που παράγει τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε ^{235}U , η οποία είναι συνήθως 1.5 - 4%.
- ✓ Κατασκευή καυσίμου: Αυτό κατασκευάζεται σε μορφή μικρών κυλίνδρων (pellets) και συσκευάζεται σε λεπτές ράβδους καυσίμου (fuel rod). Το περίβλημα της ράβδου (cladding) κατασκευάζεται από ανοξείδωτο χάλυβα ή από κράμα ζirkονίου. Οι ράβδοι αυτοί σχηματίζουν τα στοιχεία καυσίμου (fuel assembly) σε διάφορα γεωμετρικά σχήματα, ανάλογα με τον τύπο του αντιδραστήρα στον οποίο θα εισαχθούν.

- ✓ Εξαντλημένο καύσιμο: Κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του αντιδραστήρα μέρος των νουκλιδίων από την αρχική σύσταση του καυσίμου μεταστοιχειώνεται με αντιδράσεις σχάσης ή/και αρπαγής νετρονίων, σε προϊόντα σχάσης (Fission Products, FP), ισότοπα των υπερουρανίων στοιχείων (Transuranium, TRU).
- ✓ Επανεπεξεργασία και ανακύκλωση: Το εξαντλημένο καύσιμο διαχωρίζεται στο ουράνιο, στο πλουτώνιο και στα κατάλοιπα υψηλής ραδιενέργειας, που περιέχουν τα προϊόντα σχάσης και τα υπερουράνια στοιχεία, στις εγκαταστάσεις επανεπεξεργασίας. Η διαδικασία δίνει τη δυνατότητα ανακύκλωσης του ουρανίου και του πλουτωνίου σε καινούρια καύσιμα.
- ✓ Διάθεση του εξαντλημένου καυσίμου: Σήμερα, δεν υπάρχουν σε λειτουργία εγκαταστάσεις με δυνατότητα αποθήκευσης εξαντλημένων καυσίμων και καταλοίπων από την επανεπεξεργασία των καυσίμων.
- ✓ Κατάλοιπα: Τα κατάλοιπα από τον κύκλο πυρηνικού καυσίμου κατηγοριοποιούνται ανάλογα με την ποσότητα της ραδιενέργειας ως υψηλής, μεσαίας και χαμηλής ραδιενέργειας.

Πυρηνική Ενέργεια: Στον πυρηνικό αντιδραστήρα, εκμεταλλευόμενοι τη μεγάλη θερμοκρασία που αναπτύσσεται με συστήματα εναλλακτών θερμότητας, τουρμπίνων και γεννητριών, παράγουμε ηλεκτρική ενέργεια. Σ' έναν πυρηνικό αντιδραστήρα διακρίνουμε: α) Την κεντρική περιοχή που γίνεται η αντίδραση. Το σχάσιμο υλικό ουράνιο-235 βρίσκεται εκεί ή σαν διάλυμα αλατός του, οπότε ο αντιδραστήρας καλείται ομογενής, ή σε μορφή ράβδων σε διάφορες ζώνες. Στην περιοχή αυτή τοποθετείται και ο επιβραδυντής. β) Τον ανακλαστήρα των νετρονίων. γ) Το προστατευτικό στρώμα από μπετόν πάχους 3 m και δ) Συστήματα ψύξης.

Με άλλα λόγια, η πυρηνική ενέργεια ή ατομική ενέργεια ονομάζεται η ενέργεια που απελευθερώνεται, όταν μετασχηματίζονται ατομικοί πυρήνες. Πρόκειται για δυναμική ενέργεια, εγκλωβισμένη στους πυρήνες των ατόμων λόγω της αλληλεπίδρασης των σωματιδίων που τα συνιστούν. Η πυρηνική ενέργεια απελευθερώνεται κατά τη σχάση ή σύντηξη των πυρήνων και εφόσον οι πυρηνικές αντιδράσεις είναι ελεγχόμενες (όπως συμβαίνει στην καρδιά ενός πυρηνικού αντιδραστήρα) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να καλύψει ενεργειακές ανάγκες. (Σχολικό βιβλίο: Διαχείριση Φυσικών Πόρων Α' Λυκείου. Ενότητα 9.11, σ. 237)

Το ουράνιο είναι μέταλλο με μεγάλη πυκνότητα και μεγάλη σκληρότητα. Είναι ραδιενεργό στοιχείο, χημικά τοξικό και ασταθές. Το φυσικό ουράνιο αποτελείται από τα τρία ισότοπα ουράνιο 234 (U-234) σε ποσοστό 0,0058%, ουράνιο 235 (U-235) σε ποσοστό 0,71% και ουράνιο 238 (U-238) σε ποσοστό 99,28%. Τα ισότοπα αυτά έχουν τον ίδιο αριθμό πρωτονίων (92) και διαφορετικό αριθμό νετρονίων - 142, 143 και 146 νετρόνια-αντίστοιχα. Όλα τα ισότοπα του ουρανίου είναι ραδιενεργά και, επειδή είναι ασταθή μέσα από συνεχείς μεταστοιχειώσεις, τείνουν να γίνουν πιο σταθερά εκπέμποντας ιονίζουσα ακτινοβολία, δηλαδή σωματίδια άλφα, βήτα και ακτινοβολία γάμμα. Το U-238 και το U-235, μέσα από μια σειρά μεταστοιχειώσεων, καταλήγουν στα σταθερά και μη ραδιενεργά ισότοπα μολύβδου, Pb-206 και Pb-207, αντίστοιχα.

Από τα παραπάνω ισότοπα του ουρανίου, ως πυρηνικό καύσιμο χρησιμοποιείται μόνο το U-235. Καθώς η συγκέντρωσή του στο φυσικό ουράνιο είναι πολύ μικρή (0,71%), ο εμπλουτισμός του είναι απαραίτητη διαδικασία, δαπανηρή και αρκετά δύσκολη. Λέγοντας **εμπλουτισμό** εννοούμε τη

διαδικασία αύξησης της συγκέντρωσης του U-235 και απόρριψης του U-238. Ο διαχωρισμός των δύο ισοτόπων του ουρανίου δεν γίνεται με βάση τις χημικές τους ιδιότητες (γιατί και τα δύο ισότοπα έχουν την ίδια χημική συμπεριφορά) αλλά βάσει των φυσικών τους ιδιοτήτων.

Η πρώτη μέθοδος διαχωρισμού των δύο ισοτόπων ήταν μια διεργασία διαχωρισμού διάχυσης μέσω μεμβρανών σε αέρια φάση και υψηλή θερμοκρασία. Το εξαφθοριούχο ουράνιο (UF_6), που σε θερμοκρασία μεγαλύτερη από 57°C μετατρέπεται σε αέριο, περνά μέσα από διαχωριστικές μικροπορώδεις μεμβράνες. Τα μόρια του U-235 που έχουν μικρότερη μάζα περνούν από τις μεμβράνες πιο εύκολα και πιο γρήγορα από ό,τι τα μόρια του U-238. Αποτέλεσμα της διεργασίας εμπλουτισμού είναι η συσσώρευση -εκατέρωθεν της διαχωριστικής επιφάνειας της μεμβράνης- μείγματος πλούσιου σε U-235 και φτωχού σε U-238 -**πρόκειται για το εμπλουτισμένο ουράνιο**- και από την άλλη, αερίου φτωχού σε U-235 και πλούσιου σε U-238 δηλαδή το **εξαντλημένο ουράνιο**. http://users.uoa.gr/~nektar/science/environment/denriched_uranium.htm

Εμπλουτισμένο ουράνιο: Είναι ένα είδος ουρανίου στο οποίο η εκατοστιαία σύνθεση του ^{235}U έχει αυξηθεί μέσω της διαδικασίας διαχωρισμού ισοτόπων. Το ^{235}U είναι σχάσιμο και, επομένως, πρέπει να βρίσκεται σε όσο το δυνατόν μεγαλύτερη συγκέντρωση μέσα στο φυσικό μέταλλευμα λόγω των πυρηνικών αντιδράσεων που προκαλεί.

Απεμπλουτισμένο Ουράνιο: Το ουράνιο από το οποίο έχει αφαιρεθεί το μεγαλύτερο μέρος του «σχάσιμου» ισότοπου U-235) που είναι διαθέσιμο και αποθηκευμένο σε εργοστάσια εμπλουτισμού σε πολλές χώρες, μαζί με το ουράνιο που ανακτάται από στοιχεία χρησιμοποιημένων καυσίμων, περιέχει αρκετή ενέργεια για αρκετές εκατοντάδες χρόνια χωρίς πρόσθετη εξόρυξη.

Μεταστοιχείωση είναι η μεταβολή ενός χημικού στοιχείου σε άλλο, μέσα από μία πυρηνική αντίδραση. Φυσικές αυθόρμητες μεταστοιχειώσεις γίνονται συνεχώς στη φύση στα ραδιενεργά υλικά.

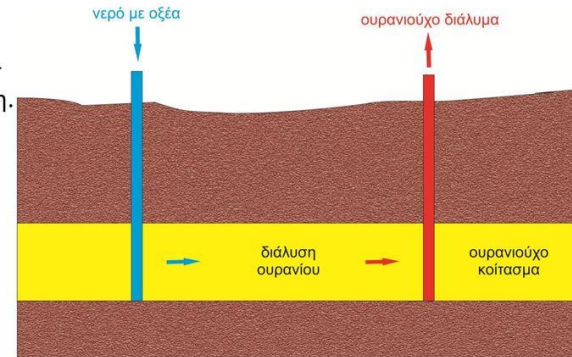
Ραδόνιο: Είναι ένα φυσικό ραδιενεργό αέριο που προκύπτει από την κανονική αποσύνθεση του ουρανίου σε βράχια και χώμα. Όπως πολλά αέρια, είναι αόρατο. Είναι, επίσης, άοσμο και άγευστο. Το ραδόνιο υπάρχει μέσα από το έδαφος και στον αέρα και, σε ορισμένες περιοχές, διαλύεται στα υπόγεια ύδατα. *Center for Nuclear Science and Technology Information*, <http://nuclearconnect.org/know-nuclear/talking-nuclear/radon>

Μέθοδοι εξόρυξης ουρανίου: Στην περίπτωση της **επιτόπιας έκπλυσης (ISL)** - που ονομάζεται επίσης επιτόπια ανάκτηση (ISR) - το μέταλλευμα που περιέχει ουράνιο δεν απομακρύνεται από τη γεωλογική του εναπόθεση, αλλά διοχετεύεται υγρό έκπλυσης μέσω πηγαδιών στο μέταλλευμα και το υγρό που φέρει ουράνιο αντλείται στην επιφάνεια από άλλα πηγάδια. Η επιτόπια απόπλυση αποκτά μεγάλη σημασία για την εκμετάλλευση των χαμηλών αποθέσεων μεταλλευμάτων, λόγω του χαμηλού κόστους παραγωγής. Το υγρό απόπλυσης, που χρησιμοποιείται για την επιτόπια έκπλυση, περιέχει για παράδειγμα το ανθρακικό αμμόνιο ή - ιδιαίτερα στην Ευρώπη - το θειικό οξύ. Αυτή η μέθοδος μπορεί να εφαρμοστεί μόνο εάν η εναπόθεση ουρανίου βρίσκεται σε πορώδη πετρώματα, περιοριζόμενη σε αδιαπέραστα στρώματα πετρωμάτων.

Η εξόρυξη

Διεξάγεται με:

- επιφανειακά και
- υπόγεια έργα, και
- επιτόπου έκπλυση.



Εικόνα 1

Η επιτόπου έκπλυση (solution mining, *in-situ* leaching) μπορεί να εφαρμοστεί σε ειδικές περιπτώσεις μεταλλοφοριών.

Κίμων Χρηστάνης. «Ενεργειακές Πηγές και Ενεργειακές Πρώτες Ύλες» <http://www.wise-uranium.org/uisl.html#FURTHER>

Ραδιενεργά απόβλητα: Είναι τα εναπομείναντα «άχρηστα» προϊόντα που προκαλούνται από ανθρώπινες δραστηριότητες με ραδιενεργά υλικά. Ραδιενεργά υλικά χρησιμοποιούνται καθημερινά:

- στην ιατρική, για διαγνωστικές εξετάσεις και θεραπείες στην πυρηνική ιατρική (π.χ. χρήση ραδιοφαρμάκων), ή στην ακτινοθεραπεία (π.χ. ακτινοβολήσεις καρκινικών όγκων, ενδοϊστικά εμφυτεύματα),
- στη βιομηχανία, για ραδιογραφίες, ακτινοβολήσεις υλικών για αποστείρωση, έλεγχο ποιοτικών και λειτουργικών παραμέτρων (π.χ. μέτρηση στάθμης ή πάχους υλικών),
- στην έρευνα και εκπαίδευση, π.χ. για πειράματα βιολογίας, χημείας, επιστήμης υλικών,
- σε εξειδικευμένες εφαρμογές, π.χ. εντοπισμός κοιτασμάτων.

Διαφορά των πυρηνικών αποβλήτων από τα ραδιενεργά απόβλητα: Τα πυρηνικά απόβλητα είναι μια ειδική κατηγορία ραδιενεργών αποβλήτων και πρόκειται για το εναπομένον πυρηνικό καύσιμο (συνήθως ουράνιο και τα προϊόντα αυτού), το οποίο καθίσταται «άχρηστο» για τη λειτουργία

ενός αντιδραστήρα. Τα πυρηνικά απόβλητα, λόγω της επικινδυνότητάς τους και της ανάγκης για ειδική μεταχείριση, αναφέρονται και αντιμετωπίζονται ξεχωριστά. Η διεθνώς αποδεκτή μέθοδος για την τελική διαχείριση των πυρηνικών αποβλήτων είναι η εναπόθεση σε μεγάλα γεωλογικά βάθη. Δημοσίευση από την Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας <http://bit.ly/2kKc24S>

Η τελική διαχείριση των ραδιενεργών αποβλήτων μπορεί να γίνει με δύο τρόπους:

- **Με αποδέσμευση στο περιβάλλον**, εφόσον οι ραδιενεργές ουσίες έχουν εξασθενήσει σε τέτοιο βαθμό, ώστε να πληρούνται τα θεσμοθετημένα επίπεδα αποδέσμευσης. Τα επίπεδα αποδέσμευσης έχουν τεθεί με κριτήριο, ώστε οποιοδήποτε άτομο του πληθυσμού να μην δέχεται δόση ακτινοβολίας πάνω από 10 μSv (μικρο-Σίβερτ) ανά έτος από το σύνολο των απελευθερώσεων των ραδιενεργών ουσιών στο περιβάλλον. Στην κατηγορία αυτή εμπίπτουν, κυρίως, τα ιατρικά - νοσοκομειακά ραδιενεργά απόβλητα.
- **Με διάθεση**, δηλαδή με μόνιμη και οριστική εναπόθεση χωρίς πρόθεση επανάκτησης, σε εγκεκριμένη εγκατάσταση διάθεσης ραδιενεργών αποβλήτων. Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας (ΕΕΑΕ), <http://bit.ly/2mbZT9f>

Υπάρχουν επιπλέον λέξεις κλειδιά ή έννοιες που χρησιμοποιούνται στις παρουσιάσεις ή τα βίντεο. Να σημειωθούν.

Εισαγωγικές ερωτήσεις

Μετά την ολοκλήρωση του 1^{ου} μαθήματος ή κατά την διάρκεια του 1^{ου} μαθήματος, όπου έγινε η εισαγωγή στο θέμα της αντιλογίας (μέσω του υλικού των παρουσιάσεων και των βίντεο) καλείστε να απαντήσετε τις παρακάτω εισαγωγικές ερωτήσεις.

- 1) Μπορείτε να δώσετε μία σύντομη περιγραφή των προκλήσεων που αντιμετωπίζει ο πλανήτης σχετικά με την ενέργεια και καθιστά την εξεύρεση λύσεων για το ενεργειακό ζήτημα επιτακτική ανάγκη;
- 2) Ποιες πηγές ενέργειας αξιοποιούνται εδώ και εκατοντάδες χρόνια ;
- 3) Ποιες θεωρούνται ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) ; Μπορείτε να καταγράψετε με συντομία πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των ΑΠΕ ;
- 4) Μπορείτε να καταγράψετε με συντομία πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της πυρηνικής ενέργειας;

Απαντήσεις των μαθητών

Φύλλο δραστηριοτήτων

Θέμα

Ενεργειακό Ζήτημα: Πυρηνική Ενέργεια και Ανανεώσιμες μορφές ενέργειας

Διαφωνία

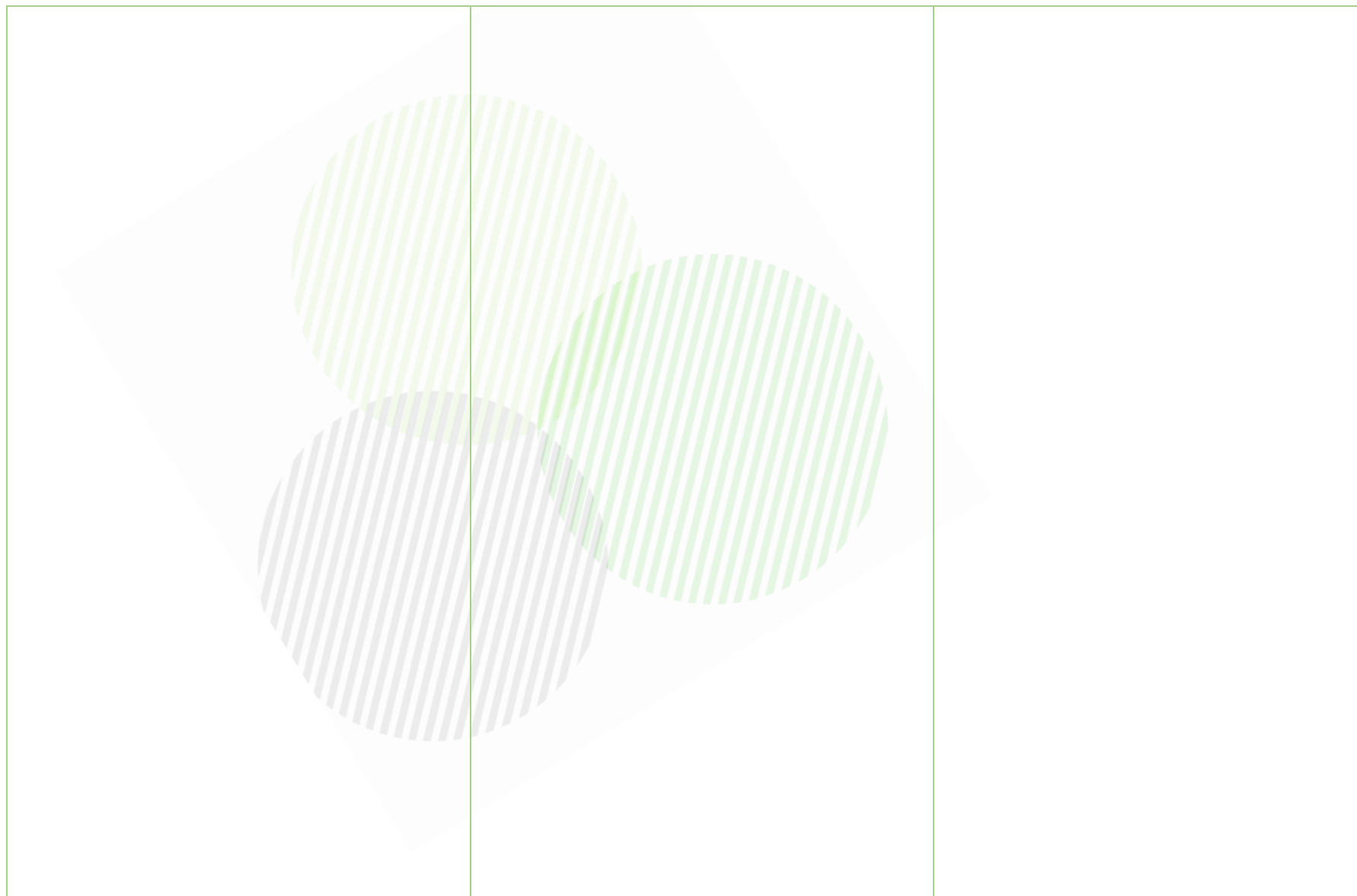
Η αξιοποίηση της πυρηνικής ενέργειας αποτελεί τη μόνη λύση για την επίλυση του ενεργειακού προβλήματος

Δραστηριότητα 1.

Με βάση την προετοιμασία σας για την επίλυση της διαφωνίας σχετικά με το ποια μορφή ενέργειας μπορεί να δώσει λύση στο ενεργειακό ζήτημα να ετοιμάσετε μια σειρά από επιχειρήματα, κατατάσσοντάς τα σε εκείνα που είναι σαφώς υπέρ του θέματος, κατά του θέματος και τα επιχειρήματα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν και από τις δύο πλευρές – είναι δηλαδή αμφιλεγόμενα. Οι ερωτήσεις που σας έχουν δοθεί από τον καθηγητή/τριας στην "Εισαγωγή" υποστηρίζουν τη δημιουργία των επιχειρημάτων σας.

ΥΠΕΡ	ΓΚΡΙΖΑ ΠΕΡΙΟΧΗ	ΚΑΤΑ

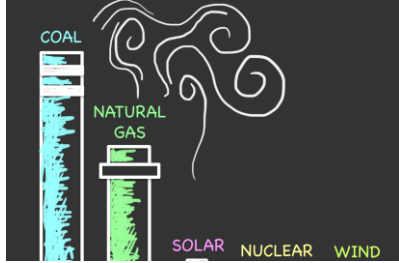
The project has been funded with the support of European Commission within ERASMUS+ program



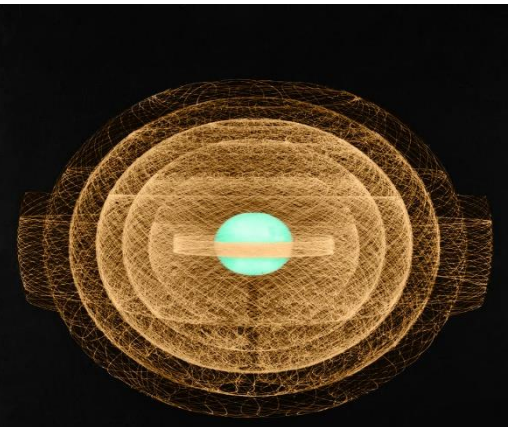
Συγγραφέας Παναγιώτα Αργύρη, Μέλος του Ι.Π.Ε.Σ.Ε., Μαθηματικός, Μ.Εδ. στη Διδακτική και Μεθοδολογία των Μαθηματικών, Μ.Σc. στα Οικονομικά Μαθηματικά

ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΑ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΑ

Παρακάτω θα βρείτε τις κάρτες πληροφοριών, τις κάρτες ιστοριών και τις κάρτες ερωτήσεων. Διαβάστε προσεκτικά και αναλύστε, προκειμένου να διατυπώσετε τα επιχειρήματά σας για τη συζήτηση.

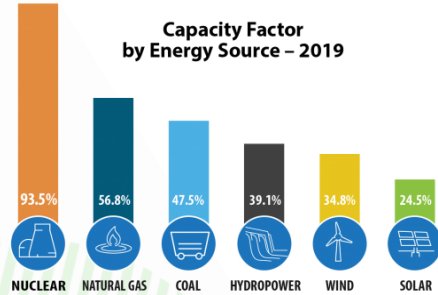
Κάρτα πληροφοριών 1 Γεγονότα και δεδομένα	Κάρτα πληροφοριών 2 Γεγονότα και δεδομένα
 Ελάχιστη εκπομπή CO₂ από την πυρηνική σχάση Η ανάγκη παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, που διασφαλίζει την προστασία των ανθρώπων και του πλανήτη από την ατμοσφαιρική ρύπανση και την αλλαγή του κλίματος, είναι επιτακτική. Η Ειδική Έκθεση της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Αλλαγή του Κλίματος κατέληξε στο ότι η αύξηση ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας πρέπει να καλύπτεται από την παραγωγή χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, συμπεριλαμβανομένων των πυρηνικών. Σε πολλές έρευνες, η πυρηνική συγκαταλέγεται μεταξύ των λιγότερο ρυπογόνων πηγών ενέργειας με τις χαμηλότερες συνολικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Ετησίως, λειτουργούν περίπου 450 εργοστάσια πυρηνικής ενέργειας, που εμποδίζουν την εκπομπή περίπου 2 δις τόνων CO₂. Τέλος, για τον Οργανισμό Πυρηνικής Ενέργειας του ΟΟΣΑ, η πυρηνική ενέργεια είναι η πλέον αποδοτική λύση για την επίτευξη της μείωσης των εκπομπών διοξειδίου άνθρακα, καθώς παράγονται μόλις 50 gCO₂ ανά kWh. Κάθε 22 τόνοι ουρανίου που χρησιμοποιούνται εξοικονομούν περίπου ένα εκατομμύριο τόνους CO₂ (σε σχέση με τον άνθρακα). J.L. Conca, J. Wright. <i>The cost of energy — ethics and economics</i>. Waste Manag. (2010), pp. 1-13, Pushker A. Kharecha, James E. Hansen. <i>Prevented mortality and greenhouse gas emissions from historical and projected nuclear power</i>. Environ. Sci. Technol., 47 (2013), pp. 4889-4895,, https://www.ipcc.ch/sr15/, Photo	Η πυρηνική ενέργεια είναι βιώσιμη Οι πυρηνικοί σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής, που λειτουργούν με εμπορική χρήση ουρανίου, παρέχουν καθαρή, οικονομική και αξιόπιστη ενέργεια (OECD, 2018). Οι αντιδραστήρες σχάσης με ταχύτατα νετρόνια (<i>γρήγοροι αντιδραστήρες</i>) μετατρέπουν το ουράνιο σε ανεξάντλητη πηγή ενέργειας, αφού συλλέγουν περίπου εκατό φορές περισσότερη ενέργεια από την ίδια ποσότητα ουρανίου σε σύγκριση με τους θερμικούς αντιδραστήρες, καθώς είναι ικανοί να σχίζουν και τα σχάσιμα ισότοπα που παράγονται από τη μεταστοιχείωση του «γόνιμου» ισότοπου U-238. Επιπρόσθετα, η εξόρυξη μικρών ποσοτήτων ουρανίου στο μέλλον, συμπεριλαμβανομένης της εξόρυξης ουρανίου από μεταλλεύματα χαμηλότερης ποιότητας και, αν χρειαστεί, από θαλασσινό νερό, θα ικανοποιεί τις παγκόσμιες ενεργειακές ανάγκες για πολλούς αιώνες. Τέλος, το ουράνιο που μπορεί να εξαχθεί με υψηλότερο κόστος, το ουράνιο από θαλασσινό νερό, από τη διαβρωτική γήινη κρούστα από το νερό ποταμών, αποτελούν πόρους, που αν χρησιμοποιηθούν σε έναν αντιδραστήρα αναπαραγωγής, θα είναι αρκετοί να τροφοδοτήσουν τη γη για άλλα 5 δις χρόνια και, ως εκ τούτου, θα καταστήσουν την πυρηνική ενέργεια ανανεώσιμη ενέργεια (εκτός από βιώσιμη). <i>Nuclear Energy Agency (NEA) and the International Atomic Energy Agency (IAEA) (2019), Uranium 2018: Resources, Production and Demand, OECD Publishing, Paris, https://doi.org/10.1787/uranium-2018-en, B.L. Cohen, Breeder reactors — a renewable energy source. Am. J. Phys., 51 (1983), p. 75, D. Lightfoot, et al. Nuclear fission fuel is inexhaustible CNS Climate Change Technology Conference, May 10–12, 2006, Ottawa, Ontario, Canada (2006). Charles E. Till, Yoon Il Chang. Plentiful Energy – The Story of the Integral Fast Reactor. (2011).</i>

Κάρτα πληροφοριών 3 Γεγονότα και δεδομένα	Κάρτα πληροφοριών 4 Γεγονότα και δεδομένα
Διεθνής κλίμακα πυρηνικών συμβάντων & ατυχημάτων Μεγάλο ατύχημα (δείκτης 7- Δ7): i) Τσερνομπίλ, Ουκρανία, 1986: Ευρείες επιπτώσεις στην υγεία και το περιβάλλον, ii) Fukushima Daiichi 1-3, 2011: Απελευθέρωση ακτινοβολίας και εκκένωση του χώρου. Σοβαρό ατύχημα (Δ6): i) Mayak στο Ozersk, Ρωσία, 1957 «Kyshtym». Πλήρης εφαρμογή τοπικών σχεδίων έκτακτης ανάγκης. Ατύχημα με συνέπειες εκτός του χώρου (Δ5): i) Three Mile Island, ΗΠΑ, 1979, ii) Windscale, Ηνωμένο Βασίλειο, 1957. Μερική εφαρμογή τοπικών σχεδίων έκτακτης ανάγκης. Σοβαρή ζημιά στον πυρήνα του αντιδραστήρα ή στους ακτινολογικούς φραγμούς. Ατύχημα, κυρίως, στην εγκατάσταση, με τοπικές συνέπειες (Δ4): i) Saint-Laurent A1, Γαλλία, 1969 (ρήξη καυσίμου) & A2 1980 (υπερθέρμανση γραφίτη), ii) Tokaimura, Japan, 1999 (κρίσιμότητα στην εγκατάσταση καυσίμου για πειραματικό αντιδραστήρα). Σημαντική ζημιά στον πυρήνα του αντιδραστήρα ή στους ακτινολογικούς φραγμούς. Θνησιμότητα εργαζομένων. Ατύχημα, κυρίως, στην εγκατάσταση, με ελάχιστες συνέπειες (Δ3): i) Fukushima Daiichi 4, 2011 (υπερθέρμανση της λίμνης των καυσίμων), ii) Fukushima Daini 1, 2, 4, 2011 (διακοπή της ψύξης στον πυρηνικό αντιδραστήρα), iii) Vandelllos, Ισπανία, 1989 (φωτιά στον στρόβιλο), iv) Davis-Besse, ΗΠΑ, 2002 (σοβαρή διάβρωση). Οξεία επίδραση στην υγεία σε έναν εργαζόμενο. Δημιουργία σχεδίων πρόβλεψης ατυχημάτων ή και δεισλειουργιών στα συστήματα των πυρηνικών αντιδραστήρων. Περιστατικό (Δ2): Σημαντική διάδοση της μόλυνσης. Υπερέκθεση του εργαζομένου. Περιστατικά με σημαντικές αστοχίες στις διατάξεις ασφαλείας. Η κλίμακα διεθνούς πυρηνικού συμβάντος (INES) αναπτύχθηκε από τον Διεθνή Οργανισμό Ατομικής Ενέργειας και τον ΟΟΣΑ το 1990 για να τυποποιήσει την αναφορά πυρηνικών συμβάντων ή ατυχημάτων στο κοινό.	Δυσμενείς περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη μέθοδο της έκπλυσης Η επιτόπια έκπλυση ουρανίου επιφέρει κινδύνους, που σχετίζονται με την πιθανότητα εξάπλωσης του υγρού έκπλυσης έξω από την εναπόθεση ουρανίου. Κάτι τέτοιο, συνεπάγεται μεταγενέστερη μόλυνση των υπόγειων υδάτων και αδυναμία αποκατάστασης των φυσικών συνθηκών υπόγειων υδάτων μετά την ολοκλήρωση των εργασιών έκπλυσης. Επιπλέον, η επιτόπια απόπλυση απελευθερώνει σημαντικές ποσότητες ραδονίου και παράγει ορισμένες ποσότητες πολτών αποβλήτων και λυμάτων κατά την ανάκτηση του ουρανίου από το υγρό. Στην περίπτωση του Königstein (Γερμανία), εγχύθηκαν συνολικά 100.000 τόνοι θειικού οξέος από το υγρό απόπλυσης. Το υγρό περιέχει υψηλές συγκεντρώσεις ρύπων (κάδμιο, αρσενικό, νικέλιο, ουράνιο κ.λπ.) και αποτελεί κίνδυνο για τον υδροφόρο ορίζοντα, και, επομένως, για την παροχή πόσιμου νερού. Επίσης, στην τσεχική επιτόπια θέση απόπλυσης του Stráz pod Ralskem, 28,7 εκατομμύρια m³ μολυσμένου υγρού περιέχονται στη ζώνη έκπλυσης, καλύπτοντας έκταση 5,74 km². Επιπλέον, το μολυσμένο υγρό έχει απλωθεί πέρα από τη ζώνη έκπλυσης οριζόντια και κατακόρυφα, μολύνοντας, έτσι, μια άλλες μεγάλες εκτάσεις υπογείων υδάτων. Αντίστοιχα, στη Βουλγαρία, 2,5 εκ. τόνοι θειικού οξέος εγχύθηκαν στις αποθέσεις μεταλλευμάτων που εκμεταλλεύτηκαν με επιτόπια έκπλυση. Photo Deposits in Bulgaria by In-Situ Leaching Mining Systems Used After Conventional Mining. In: IAEA (Ed.), Uranium in situ leaching. Proceedings of a Technical Committee Meeting held in Vienna, 5-8 October 1992, IAEA-TECDOC-720, Vienna 1993, pp.105-114. Vapirev, E. I.; Dimitrov, M.; Minev, L.; Boshkova, T.; Pressyanov, D. S.; Guelev, M. G.: Radioactively contaminated sites in Bulgaria. In: Planning for environmental restoration of radioactively contaminated sites in central and eastern Europe, Vol.1: Identification and characterization of contaminated sites, IAEA-TECDOC-865, Vienna 1996, pp.43-63, Tabakov, B.: Complete Mining of Uranium

Κάρτα πληροφοριών 5 Γεγονότα και δεδομένα	Κάρτα πληροφοριών 6 Γεγονότα και δεδομένα
Υδροηλεκτρικά εργοστάσια με αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις Τα τελευταία 100 χρόνια έχουν συμβεί πολλές καταστροφικές πλημμύρες από υδροηλεκτρικά εργοστάσια παραγωγής ενέργειας. Χαρακτηριστικά παραδείγματα: α) στο Sobradinho της Βραζιλίας, όπου 1.050 MW πλημμύρισαν 415.000 εκτάρια (1 εκτάριο είναι 10000m²), β) στο συγκρότημα της Βενεζουέλας Guri, όπου 10.300 MW πλημμύρισαν 426.000 εκτάρια, γ) στη Balbina της Βραζιλίας, όπου 2500 km² (το τροπικό δάσος του Αμαζονίου) πλημμύρισε με 250 MW, προκαλώντας οικολογική καταστροφή πέρα από τη λογική και δ) στο Gabčíkovo της Σλοβακίας, όπου 720 MW πλημμύρισαν 5300 εκτάρια. Ο περιβαλλοντικός και οικονομικός αντίκτυπος της οικοδόμησης ενός υδροηλεκτρικού σταθμού σε έναν τοπικό ποταμό μπορεί να είναι καταστροφικός, διότι : α) η κατασκευή φραγμάτων οδηγεί στην απώλεια χερσαίων οικοτόπων μέσω πλημμυρών. Κατ' επέκταση οι άνθρωποι αναγκάζονται να εκτοπιστούν από εύφορες και αποδοτικές για την γεωργία εκτάσεις, β) τα φράγματα αποσταθεροποιούν τα οικοσυστήματα γλυκού νερού παγκοσμίως. Για παράδειγμα, ένα σημαντικό ποσοστό ψαριών του γλυκού νερού στον κόσμο είναι πλέον απειλούμενο ή εξαφανισμένο, ως αποτέλεσμα της κατασκευής φραγμάτων, γ) επηρεάζονται και τα ωκεάνια ψάρια, όπως ο σολομός, τα οποία μπορούν να μπλοκαριστούν στην προσπάθειά τους να κολυπήσουν για να γεννήσουν, δ) η σάπια οργανική ύλη που καταλήγει στα φράγματα απελευθερώνει μεγάλες ποσότητες αερίων θερμοκηπίου, κυρίως μεθανίου, στην ατμόσφαιρα. <i>PéterKádár, Power System Department Faculty of Electrical Engineering, Óbuda University: "Pros and Cons of the Renewable Energy Application"</i>	Η αυξημένη ζήτηση ουρανίου U-235 εγκυμονεί κινδύνους βιωσιμότητας της πυρηνικής ενέργειας Η εξόρυξη και παραγωγή ουρανίου αυξήθηκε κατά 25% την περίοδο 2008-2010, για να φθάσει τους 56.670 τόνους. Αναμένεται να αυξηθεί ακόμη 5%, φτάνοντας στους 57.000 τόνους. Σύμφωνα με την κοινή έκθεση για την αγορά ουρανίου, η οποία συντάχθηκε από την Υπηρεσία για την Πυρηνική Ενέργεια (ΑΕΝ) του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ) και τη Διεθνή Υπηρεσία Ατομικής Ενέργειας (ΙΑΕΑ), η ζήτηση ουρανίου για την τροφοδοσία των εργοστασίων θα κυμανθεί μεταξύ 97.645 και 136.385 τόνων το 2035, έναντι 63.875 τόνων το 2010. Δηλαδή, οι ανάγκες σε ουράνιο θα αυξηθούν τουλάχιστον κατά το ήμισυ τις δύο προσεχείς δεκαετίες, ίσως και να διπλασιαστούν. Αυτό προκύπτει σύμφωνα με τις δύο υπηρεσίες, από την αύξηση του μεγέθους των πυρηνικών εργοστασίων σε διεθνές επίπεδο, η οποία εκτιμάται μεταξύ 44% και 99% έως το 2035. Οι προβλεπόμενες αυξητικές τάσεις ενισχύουν την αβεβαιότητα για τη βιωσιμότητα της πυρηνικής ενέργειας. Αυτή η αβεβαιότητα ενισχύεται και από τις αυξανόμενες ανάγκες σε ενέργεια των χωρών με αναδυόμενη οικονομία, κυρίως στην Ασία. <i>NEA/IAEA (2019), Uranium 2018: Resources, Production and Demand, OECD Publishing, Paris, https://doi.org/10.1787/uranium-2018-en. Nuclear Energy Data 2018, http://www.oecd-neo.org/ndd/pubs/2018/7416-ned-2018.pdf</i>  Photo

Κάρτα πληροφοριών 7 Γεγονότα και δεδομένα	Κάρτα πληροφοριών 8 Γεγονότα και δεδομένα
Απαιτείται μεγάλο χρονικό διάστημα για τη λειτουργία των πυρηνικών σταθμών Το μεγάλο χρονικό διάστημα που απαιτείται για τη λειτουργία των πυρηνικών σταθμών είναι ανασταλτικός παράγοντας για την άμεση μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Ένας πυρηνικός σταθμός ηλεκτροπαραγωγής χρειάζεται κατά μέσο όρο 14-15 χρόνια για να κατασκευαστεί (από τη φάση σχεδιασμού μέχρι τη λειτουργία). Σύμφωνα με την Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας, περίπου 7,1 εκ. άνθρωποι πεθαίνουν ετησίως από την ατμοσφαιρική ρύπανση, και το 90% αυτών των θανάτων οφείλεται στις ρυποφόρες ουσίες που παράγονται από τις καύσεις για την παραγωγή ενέργειας. Από απλούς μαθηματικούς υπολογισμούς οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι περίπου 93 εκατομμύρια άνθρωποι θα οδηγηθούν στον θάνατο, καθώς περιμένουμε να κατασκευαστούν όλα τα νέα πυρηνικά εργοστάσια. Από την άλλη πλευρά, οι αιολικές και ηλιακές εγκαταστάσεις χρειάζονται κατά μέσο όρο 2 έως 5 έτη, από τη φάση σχεδιασμού έως τη λειτουργία τους. Τα έργα ηλιακής φωτοβολταϊκής εγκατάστασης στην οροφή έχουν χρονοδιάγραμμα 6 μηνών. Αυτό δηλώνει ότι η πλήρης και άμεση μετάβαση στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας θα είχε ως αποτέλεσμα δεκάδες εκατομμύρια λιγότερους θανάτους.  https://web.stanford.edu/group/efmh/jacobson/WWSTextbook/WWSTextbook.html Photo Mark Z. Jacobson, Καθηγητής Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Περιβάλλοντος, Διευθυντής, Πρόγραμμα ατμόσφαιρας / ενέργειας, Πανεπιστήμιο του Στάνφορντ, Textbook in press, Cambridge University Press,	Οι πυρηνικές εγκαταστάσεις είναι αξιόπιστες συγκριτικά με τις εγκαταστάσεις των ΑΠΕ Το ηλεκτρικό δίκτυο είναι ένα σύνθετο σύστημα. Η λειτουργία του προϋποθέτει ίση παροχή και ζήτηση ενέργειας ανά πάσα στιγμή μέσα από συνεχείς προσαρμογές για την κάλυψη των μεταβολών στη ζήτηση, αντίστοιχα με τις καθημερινές ανθρώπινες δραστηριότητες. Η λειτουργία του ηλεκτρικού δικτύου τίθεται σε κίνδυνο, λόγω απρόσμενων περιβαλλοντικών αλλαγών που επηρεάζουν σημαντικά την παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ (έλλειψη ηλιοφάνειας-φωτοβολταϊκά πάνελ, λειψυδρία-υδροϋλεκτρικά εργοστάσια, άπνοια -ανεμογεννήτριες κ.λ.π.). Χαρακτηριστικό παράδειγμα: Τεχνικό πρόβλημα στο μεγαλύτερο υπεράκτιο αιολικό πάρκο του κόσμου μαζί με άλλες βλάβες προκάλεσαν τον Αύγουστο του 2019 τη χειρότερη συσκότιση στη Βρετανία εδώ και δεκαετίες. Δημοσίευμα: https://energyexpress.gr/news/vlavi-sto-megalytero-aioliko-toy-kosmoy-odigise-se-mplak-aoyt-sti-vretania Αντίθετα, η πυρηνική ενέργεια έχει αδιαμφισβήτητο τον υψηλότερο συντελεστή χωρητικότητας από οποιαδήποτε άλλη πηγή ενέργειας. Αυτό, σημαίνει ότι οι πυρηνικοί σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής παράγουν με μέγιστη ισχύ πάνω από το 92% κατά τη διάρκεια του έτους. Οι μονάδες πυρηνικής ενέργειας χρησιμοποιούνται, συνήθως, συχνότερα, επειδή χρειάζονται λιγότερη συντήρηση και έχουν σχεδιαστεί για να λειτουργούν για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα: Το εργοστάσιο Heyshamell, στο Ηνωμένο Βασίλειο, λειτουργούσε για 940 μέρες (χρόνος ρεκόρ), χωρίς να χρειαστεί να ανεφοδιαστεί. Η λειτουργία του πυρηνικού εργοστασίου δεν εξαρτάται, επίσης, από καιρικές συνθήκες ή από ξένους προμηθευτές, γεγονός που το καθιστά σταθερή πηγή σε σχέση με άλλες μορφές ενέργειας. Δημοσίευμα: http://world-nuclear-news.org/C-Record-940-days-of-continuous-operation-for-Heysham-unit-1609164.html

Κάρτα πληροφοριών 9 Γεγονότα και δεδομένα	Κάρτα πληροφοριών 10 Γεγονότα και δεδομένα
Η αιολική ενέργεια είναι η πιο αποδοτική ΑΠΕ Η παραγωγή αιολικής ενέργειας αυξήθηκε στο διάστημα 2000-2006, ενώ χρησιμοποιείται ευρέως για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Στο τέλος του 2006, η παγκόσμια χωρητικότητα των αιολικών γεννητριών ήταν 73,9 gigawatts, αντιπροσωπεύοντας, περίπου, το 20% της χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας στη Δανία, 9% στην Ισπανία και 7% στη Γερμανία. Το μεγαλύτερο ποσοστό αιολικής ενέργειας μετατρέπεται σε ηλεκτρική. Μέσω της περιστροφής των πτερυγίων του στροβίλου παράγεται ηλεκτρικό ρεύμα με τη βοήθεια μιας ηλεκτρικής γεννήτριας. Στους ανεμόμυλους (παλαιότερη μορφή τεχνολογίας), η αιολική ενέργεια μετατρέπει μηχανικά μηχανήματα σε φυσική εργασία, όπως θραύση κόκκων ή άντληση νερού. Επίσης, χρησιμοποιείται σε αιολικά πάρκα για τα εθνικά ηλεκτρικά δίκτυα, καθώς και σε μικρούς μεμονωμένους στρόβιλους για την παροχή ηλεκτρισμού σε αγροτικές κατοικίες. Η αιολική ενέργεια είναι άφθονη, ανανεώσιμη, ευρέως κατανεμημένη, καθαρή και μειώνει τις εκπομπές τοξικών ατμοσφαιρικών εκπομπών και αερίων θερμοκηπίου. Υπάρχουν πολλές χιλιάδες ανεμογεννήτριες με συνολική χωρητικότητα 73,904 MW, από τις οποίες η Ευρώπη αντιπροσωπεύει το 65% (2006). Το έτος 2013 αποτελεί για την Ισπανία, διακομιστική χώρα για την παραγωγή ηλεκτρισμού με αιολική ενέργεια, ένα σημαντικό ορόσημο. Στη διάρκεια του 2013 η κάλυψη της παροχής ηλεκτρισμού από αιολική ενέργεια έφτασε το 20,9%, ενώ από την πυρηνική ενέργεια, η κάλυψη ηλεκτρικής ενέργειας ήταν 20,8%. Από το 2007, η Ν. και Κεντρική Αμερική έχουν σχεδόν 10πλασιάσει την παραγωγή ηλεκτρισμού από αιολική ενέργεια. Η Βραζιλία είναι η 3η μεγαλύτερη αγορά παγκοσμίως στις αιολικές εγκαταστάσεις. <i>Global Energy Group Council (GEGC) :Global Wind Report. Annualmarket update 2011</i> https://gwec.net/wp-content/uploads/2012/06/Annual_report_2011_lowres.pdf	Η υδροηλεκτρική ενέργεια ως μέσο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας Εννέα από τις δέκα μεγαλύτερες μονάδες ηλεκτροπαραγωγής στον κόσμο είναι υδροηλεκτρικές, χρησιμοποιώντας φράγματα σε ποτάμια. Τα Τρία Φαράγγια της Κίνας προμηθεύουν 22,5 Gw, το Itaipu στη Βραζιλία παρέχει 14 GW και το Xiluodu στην Κίνα δίνει 13,9 GW. Τα σύγχρονα υδροηλεκτρικά εργοστάσια διαθέτουν το πλεονέκτημα ότι χειρίζονται εποχιακά (αλλά και καθημερινά) υψηλά φορτία αιχμής, καθώς οι υδροηλεκτρικές μονάδες παραγωγής ενέργειας περιορίζουν τη ροή του νερού μέσω των τουρμπίνων, διαφοροποιώντας την απόδοση. Οι πιο εξελιγμένες και ακριβές τουρμπίνες είναι του Kaplan. Έχουν μεταβλητό βήμα και είναι αποδοτικές σε ένα εύρος ρυθμών ροής. Τα υδροηλεκτρικά συστήματα, που εκτελούνται από ποτάμια, είναι συνήθως πολύ μικρότερα από τα φράγματα, αλλά έχουν, ενδεχομένως, ευρύτερη εφαρμογή. Το 2015 η υδροηλεκτρική ενέργεια παρείχε περίπου 3995 TWh από 1210 GWe (συντελεστής χωρητικότητας 38%), υπογραμμίζοντας τη γενικά υψηλή αξιοποίησή της (στοιχεία IRENA). Η υδροηλεκτρική ενέργεια προμηθεύει πάνω από το 16% της παγκόσμιας ηλεκτρικής ενέργειας (> 95% στη Νορβηγία, 57% στον Καναδά, 59% στην Ελβετία, 56% στη Νέα Ζηλανδία, 47% στη Σουηδία, 6% στις ΗΠΑ, 6% στην Αυστραλία). Οι μικρές κλίμακας υδροηλεκτρικοί σταθμοί κάτω των 10 MWe αντιπροσωπεύουν το 12% της παγκόσμιας χωρητικότητας. (Photo)  <i>Researched and written by World Nuclear News (2016)</i> https://www.world-nuclear.org/information-library/energy-and-the-environment/renewable-energy-and-electricity.aspx

Κάρτα πληροφοριών 11 Γεγονότα και δεδομένα	Κάρτα πληροφοριών 12 Γεγονότα και δεδομένα														
Κατάρρευση πυρηνικών αντιδραστήρων και απειλές Στις 11 Μαρτίου 2011, σεισμός μεγέθους 9 βαθμών της κλίμακας Ρίχτερ και το επακόλουθο τσουνάμι προκάλεσαν το κλείσιμο 6 πυρηνικών αντιδραστήρων στο Fukushima 1 Daiichi. Δυστυχώς, ραδιενεργά σωματίδια (π.χ. καίσιο-137, ιώδιο-131) και αέρια απελευθερώθηκαν στον αέρα. Δεκάδες χιλιάδες άνθρωποι εκτέθηκαν στην ακτινοβολία και 170.000 έως 200.000 άτομα εκκένωσαν τα σπίτια τους. Από αυτούς, 1.600 έως 3.700 έχασαν τη ζωή τους. Η απελευθέρωση της ακτινοβολίας δημιούργησε στην περιοχή μια νεκρή ζώνη για τα επόμενα εκατοντάδες χρόνια. Επίσης, αποτέλεσε εστία μόλυνσης του νερό και των τροφίμων, ενώ η ακτινοβολία εξαπλώθηκε παγκοσμίως μέσα σε μια εβδομάδα. Εκτιμάται πως λόγω της κατάρρευσης του αντιδραστήρα θα υπάρξουν θάνατοι και θα αναπτυχθούν ασθένειες σχετιζόμενες με τον καρκίνο παγκοσμίως και, κυρίως, στην Αν. Ασία. Το κόστος του καθαρισμού των αντιδραστήρων της Fukushima και της γύρω περιοχής υπολογίζεται σε 460 έως 640 δις δολάρια. Johnson, G., <i>When radiation isn't the real risk</i>, 2015 https://www.nytimes.com/2015/09/22/science/when-radiation-isnt-the-real-risk.html, Ten Hoeve, J.E., and M.Z. Jacobson, <i>Worldwide health effects of the Fukushima Daiichi nuclear accident</i>, <i>Energy and Environmental Sciences</i>, 5, 8743-8757, 2012, Denyer, S., <i>Eight years after Fukushima's meltdown, the land is recovering, but public trust is not</i>, <i>Washington Post</i>, 2019. Οι επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία από το χειρότερο παγκόσμιο πυρηνικό ατύχημα (Τσερνομπίλ της Ουκρανίας, 1986) καταγράφονται ως δραματικές. Παρόλο που μόνο 30 άνθρωποι σκοτώθηκαν αμέσως, αρκετές χιλιάδες επιπλέον μπορεί να πεθάνουν κατά τη διάρκεια των επόμενων 30 ετών, καθώς καταγράφεται αύξηση του ποσοστού θνησιμότητας από καρκίνο στην Ευρώπη. Δημοσιευμένες εκθέσεις UNSCEAR: <i>Επιπτώσεις στην υγεία λόγω ακτινοβολίας από το ατύχημα του Τσερνομπίλ</i> (Παράρτημα Δ της Έκθεσης UNSCEAR του 2008) http://www.unscear.org/docs/reports/2008/11-80076_Report_2008_Annex_D.pdfhttps://www.iaea.org/newscenter/focus/chernobyl	Οι πυρηνικοί σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής έχουν υψηλότερους συντελεστές χωρητικότητας (Photo) Το μεγαλύτερο πυρηνικό εργοστάσιο στις ΗΠΑ, ο σταθμός Palo Verde, έχει μεταξύ των 3 αντιδραστήρων του ονομαστική ικανότητα ισχύος 3.942 MW. Το 2010 η ετήσια παραγωγή του ήταν 31.200.000 MWh. https://www.eia.gov/nuclear/state/arizona/ Το υπεράκτιο αιολικό πάρκο Horns Rev 2 έχει χωρητικότητα ονομαστικής ισχύος 209,3 MW. Από τον Ιανουάριο του 2017 έχει παραγάγει 6416 GWh από τότε που τέθηκε σε λειτουργία, πριν από 7,3 χρόνια, δηλαδή μέση ετήσια παραγωγή 875 GWh/ έτος και συντελεστή χωρητικότητας 47,7%. <i>Παράγοντες δυναμικότητας σε ανοικτά αιολικά πάρκα της Δανίας.</i> energynumbers.info Από το 2017 το Φράγμα Τριών Φαραγγιών στην Κίνα είναι, με ονομαστική ικανότητα 22.500 MW, το μεγαλύτερο σταθμό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στον κόσμο με εγκατεστημένη ισχύ. Το 2015 δημιούργησε 87 TWh, για συντελεστή χωρητικότητας 45%. https://www.usbr.gov/lc/hooverdam/faqs/powerfaq.html Για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ηλιακή, αιολική και υδροηλεκτρική), κύριος λόγος για μειωμένο συντελεστή χωρητικότητας είναι η διαθεσιμότητα της πηγής ενέργειας. Το εργοστάσιο μπορεί να παράγει ηλεκτρική ενέργεια, αλλά το "καύσιμο" του (αέρας, ηλιακό φως ή νερό) μπορεί να μην είναι διαθέσιμο. Επίσης, η παραγωγή υδροηλεκτρικής μονάδας μπορεί να επηρεαστεί από τις απαιτήσεις για να διατηρηθεί η στάθμη του νερού υπερβολικά υψηλή ή χαμηλή όπως και η παροχή νερού για τα ψάρια. Ωστόσο, οι ηλιακοί, αιολικοί και υδροηλεκτρικοί σταθμοί έχουν υψηλούς παράγοντες διαθεσιμότητας, οπότε όταν διαθέτουν καύσιμο, είναι σχεδόν πάντα σε θέση να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια. https://web.archive.org/web/20080313142528/http://www.awea.org/fag/basicen.html  <table border="1"> <caption>Capacity Factor by Energy Source - 2019</caption> <thead> <tr> <th>Energy Source</th> <th>Capacity Factor (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nuclear</td> <td>93.5%</td> </tr> <tr> <td>Natural Gas</td> <td>56.8%</td> </tr> <tr> <td>Coal</td> <td>47.5%</td> </tr> <tr> <td>Hydropower</td> <td>39.1%</td> </tr> <tr> <td>Wind</td> <td>34.8%</td> </tr> <tr> <td>Solar</td> <td>24.5%</td> </tr> </tbody> </table>	Energy Source	Capacity Factor (%)	Nuclear	93.5%	Natural Gas	56.8%	Coal	47.5%	Hydropower	39.1%	Wind	34.8%	Solar	24.5%
Energy Source	Capacity Factor (%)														
Nuclear	93.5%														
Natural Gas	56.8%														
Coal	47.5%														
Hydropower	39.1%														
Wind	34.8%														
Solar	24.5%														

Κάρτα πληροφοριών 13 Γεγονότα και δεδομένα

Αδυναμία επίλυσης του ενεργειακού ζητήματος λόγω της μεγάλης χρονικής περιόδου μεταξύ προγραμματισμού και λειτουργίας των πυρηνικών αντιδραστήρων

Η χρονική υστέρηση μεταξύ σχεδιασμού και λειτουργίας ενός πυρηνικού αντιδραστήρα περιλαμβάνει τις περιόδους για τον εντοπισμό μιας τοποθεσίας, την απόκτηση άδειας εγκατάστασης, την αγορά ή μίσθωση της γης, τη χορήγηση άδειας κατασκευής, την εξασφάλιση χρηματοδότησης και ασφάλισης για την κατασκευή, εγκατάσταση, απόκτηση άδειας κατασκευής, τη σύνδεση για την παραγωγή ενέργειας, για να ληφθεί η τελική άδεια λειτουργίας. **Οι χρόνοι προγραμματισμού προς λειτουργία όλων των πυρηνικών εγκαταστάσεων που έχουν κατασκευαστεί ποτέ ήταν 10-19 χρόνια ή περισσότερο.** Συγκεκριμένα:

Πυρηνικοί Αντιδραστήρες	Χρόνος προγραμματισμού προς λειτουργία σε έτη
Olkiluoto 3 στη Φινλανδία	20
Haiyang 2 στην Κίνα	13-14
Taishan 2 στην Κίνα	12-13

Πολλοί ισχυρίζονται ότι το σχέδιο Messmer της Γαλλίας το 1974 είχε ως αποτέλεσμα την κατασκευή των 58 αντιδραστήρων του σε 15 χρόνια. Όμως, αυτό δεν είναι αληθές διότι, για παράδειγμα 10 από τους αντιδραστήρες ολοκληρώθηκαν μεταξύ 1991-2000, άρα ο συνολικός χρόνος προγραμματισμού για τους αντιδραστήρες αυτούς ήταν τουλάχιστον 32 έτη, όχι 15.

Mark Z. Jacobson (2019) *Evaluation of Nuclear Power as a Proposed Solution to Global Warming, Air Pollution, and Energy Security In 100% Clean, Renewable Energy and Storage for Everything Textbook in press, Cambridge University Press*
<https://web.stanford.edu/group/efmh/jacobson/WWWSBook/WWWSBook.html>

Κάρτα πληροφοριών 14 Γεγονότα και δεδομένα

Ενεργειακή ασφάλεια στην ΕΕ

Το θέμα της ενεργειακής ασφάλειας βρίσκεται στην κορυφή της ατζέντας της Ευρωπαϊκής Ένωσης αλλά και όλων των κρατών, καθώς συσχετίζεται με την κοινωνική ευημερία και τη συνύπαρξή τους.



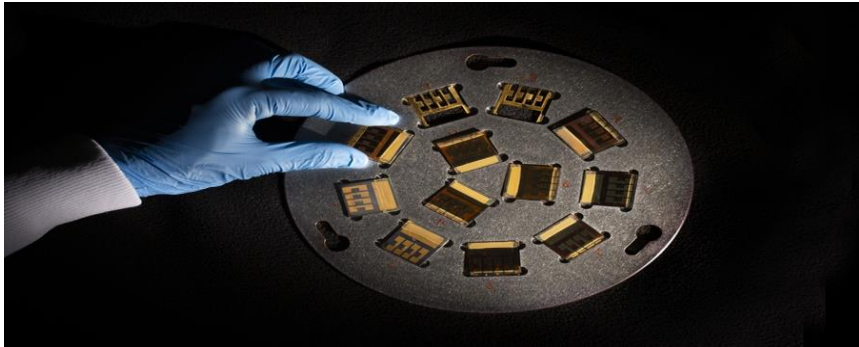
Photo

Οι κυριότεροι στόχοι, που έχουν τεθεί από την Ε.Ε σχετικά με αυτό το ζήτημα είναι:

- απεξάρτηση στον μέγιστο δυνατό βαθμό από εισαγωγές ενεργειακών πόρων, όπως το φυσικό αέριο και το πετρέλαιο.
- Διαφοροποίηση, αριθμητικά και γεωγραφικά, των κρατών από τα οποία γίνεται η προμήθεια ενέργειας.
- Ενίσχυση παραγωγής εγχώριας ενέργειας.
- Ενίσχυση και αξιοποίηση των ΑΠΕ και απεξάρτηση από πετρέλαιο.
- Ενίσχυση πολιτικών εξοικονόμησης ενέργειας.
- Διαφοροποίηση ενεργειακού μίγματος.
- Σε διακρατικό και περιφερειακό επίπεδο σύναψη ενεργειακών συμφωνιών με διάφορα κράτη και συνδυασμό των συμφερόντων.

Τέλος, μια πολύ σημαντική διάσταση της ενεργειακής ασφάλειας είναι το οικονομικό σκέλος. Το διαχρονικό πρόβλημα των κρατών αναφορικά με την ενέργεια ήταν και παραμένει η μεταβλητότητα της τιμής του πετρελαίου και το κατά πόσο θα είναι σε θέση τα κράτη να το προμηθεύονται, για να καλύπτουν τις ανάγκες τους. Η τιμή και η προμήθεια του πετρελαίου έχουν αποτελέσει τη θρυαλλίδα πολλών σημαντικών γεγονότων παγκόσμια.

Πατερέλης, Δ. (2016) *Το ζήτημα της Ενεργειακής Ασφάλειας και η διαχείριση του από την Ευρωπαϊκή Ένωση, Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών, Σχολής Βιομηχανικής Διοίκησης και Τεχνολογίας, Διαχείριση Ενέργειας και Περιβάλλοντος.*

Κάρτα πληροφοριών 15 Γεγονότα και δεδομένα	Κάρτα πληροφοριών 16 Γεγονότα και δεδομένα
Αυξημένη ανάγκη για παραγωγή ενέργειας / Επιτακτική ανάγκη επίλυσης του ενεργειακού ζητήματος Παρά την ισχυρή στήριξη για αύξηση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές τα τελευταία χρόνια, η συμβολή των ορυκτών καυσίμων στην παραγωγή ενέργειας παρέμεινε ουσιαστικά αμετάβλητη. Στην Παγκόσμια Ενεργειακή Προοπτική του Διεθνούς Οργανισμού Ενέργειας του ΟΟΣΑ (2018) δημοσιεύεται το "Σενάριο Αειφόρου Ανάπτυξης", το οποίο είναι συνεπές με την παροχή καθαρής και αξιόπιστης ενέργειας και τη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, μέσω των πυρηνικών αντιδραστήρων. Ο Παγκόσμιος Πυρηνικός Σύνδεσμος έχει προτείνει ένα πιο φιλόδοξο σενάριο. Το πρόγραμμα Harmony προτείνει την προσθήκη 1000 GWe νέας πυρηνικής χωρητικότητας έως το 2050, ώστε να παραχθεί το 25% περίπου της ηλεκτρικής ενέργειας. Η παροχή του ενός τετάρτου της παγκόσμιας ηλεκτρικής ενέργειας μέσω πυρηνικών θα μειώσει σημαντικά τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και θα έχει πολύ θετικό αντίκτυπο στην ποιότητα του αέρα. Παγκόσμια Ενεργειακή Προοπτική, 2018, Διεθνής Ενεργειακή Υπηρεσία του ΟΟΣΑ.  Photo	Η παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (ΑΠΕ) στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) έχει αυξηθεί σημαντικά  Μεταξύ του 2007 και του 2017 η ποσότητα ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (ΑΠΕ) που παρήχθη στην ΕΕ-28 αυξήθηκε συνολικά κατά 64%, ποσοστό που ισοδυναμεί με μέση ετήσια αύξηση ύψους 5,1%. Η εξέλιξη αυτή ήταν αποτέλεσμα των νομικώς δεσμευτικών στόχων για αύξηση του μεριδίου ενέργειας από ΑΠΕ, οι οποίοι τέθηκαν σε εφαρμογή με την οδηγία 2009/28/ΕΚ. Από τις ΑΠΕ, σημαντικότερη πηγή στην ΕΕ-28 ήταν το ξύλο και άλλα στερεά βιοκαύσιμα, καθώς και τα ανανεώσιμα απόβλητα, αφού το 2016 αντιπροσώπευαν το 49,4% της παραγωγής πρωτογενούς ενέργειας από ΑΠΕ. Η υδροηλεκτρική ενέργεια είχε τη δεύτερη σημαντικότερη συμβολή στο ενεργειακό μείγμα από ΑΠΕ (14,3 % του συνόλου), ακολουθούμενη από την αιολική ενέργεια (12,4%). Επί του παρόντος, καταγράφονται ιδιαίτερα χαμηλά επίπεδα παλιρροϊκής, κυματικής και ωκεάνιας ενέργειας. Μάλιστα, αυτές οι τεχνολογίες υπάρχουν, κυρίως, στη Γαλλία και στο Ηνωμένο Βασίλειο. Πρόσθετα στατιστικά στοιχεία για την επισκόπηση της ενέργειας στην ΕΕ είναι ότι: α) Τα υψηλότερα ποσοστά διαθέσιμης ενέργειας από ΑΠΕ καταγράφονται στη Λετονία και στη Σουηδία, β) η κατανάλωση ενέργειας από ΑΠΕ υπερδιπλασιάστηκε μεταξύ 2004 και 2017, γ) η αιολική ενέργεια καθίσταται η σημαντικότερη ΑΠΕ για παραγωγή ηλεκτρισμού, δ) σχεδόν το ένα πέμπτο της ενέργειας που χρησιμοποιείται για θέρμανση και ψύξη προέρχεται από ΑΠΕ, ε) το 7,6% της ενέργειας από ΑΠΕ χρησιμοποιήθηκε στις δραστηριότητες του τομέα των μεταφορών το 2016. Eurostat: Στατιστικές για την ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές / Photo

Κάρτα πληροφοριών 17 Γεγονότα και δεδομένα	Κάρτα πληροφοριών 18 Γεγονότα και δεδομένα
Συγκριτικές τιμές για τα μέση κόστη κατασκευής των ΑΠΕ έναντι των πυρηνικών εγκαταστάσεων Σε έκθεση για το κόστος των πυρηνικών σταθμών, η Παγκόσμια Ένωση Πυρηνικών (World Nuclear Association, 2008), επικαλούμενη προηγούμενη έκθεση του ΟΟΣΑ (2005), έδινε μέσο κόστος κατασκευής πυρηνικών σταθμών ίσο με 1.500 δολάρια ανά κιλοβάτ (1.500 \$/kW), με εύρος τιμών από 1.000 \$/kW έως 2.500\$/kW. Για σύγκριση, οι πρόσφατοι λιγνιτικοί σταθμοί που κατασκεύασε η ΔΕΗ στην Ελλάδα κόστισαν 2.000 €/kW (περίπου 2.800 \$/kW). Χαρακτηριστική είναι η περίπτωση της Βουλγαρίας και, συγκεκριμένα, του νέου πυρηνικού σταθμού στο Μπέλενε, που άρχισε να κατασκευάζεται το 1987 και βρίσκεται ακόμη στο αρχικό στάδιο. Ο Βούλγαρος υπουργός Οικονομίας και Ενέργειας επιμένει πως το κόστος του έργου ανέρχεται σε 4 δις€ (2.100 €/kW ή αλλιώς 2.940 \$/kW). Η ρωσική κατασκευάστρια εταιρία ανεβάζει το κόστος σε 6,3 δις € και το Βουλγαρικό Ινστιτούτο Οικονομίας της Αγοράς σε 11,5 δις € (6.050 €/kW ή αλλιώς 8.470 \$/kW). Για τις ΑΠΕ οι εκτιμήσεις του μέσου κόστους ως το 2020 είναι : Αιολικά: 1.500 €/kW Βιομάζα: 3.100 €/kW Φωτοβολταϊκά : 1.300 €/kW Οικιακά φωτοβολταϊκά: 2.000 €/kW <i>World Nuclear Association (2008). The economics of nuclear power. Nov. 2008, http://www.world-nuclear.org/uploadedFiles/org/info/pdf/EconomicsNP.pdf</i> <i>OECD/ IEA NEA (2005). Projected Costs of Generating Electricity- update.</i> <i>World Nuclear Association (2011). The economics of nuclear power. March 2011, http://www.world-nuclear.org/info/inf02.html</i> <i>Δημοσίευμα της Greenpeace, Μάρτιος 2011: Ο μύθος της πυρηνικής ενέργειας</i>	Παγκόσμια επισκόπηση παραγωγής πυρηνικής ενέργειας Περίπου το 11% της παγκόσμιας ηλεκτρικής ενέργειας παράγεται από 450 πυρηνικούς αντιδραστήρες. Το 2017 οι πυρηνικές εγκαταστάσεις παρείχαν 2487 TWh ηλεκτρικής ενέργειας, το 2016 η παροχή ήταν 2477 TWh. Δεκατρείς χώρες το 2017 παρήγαγαν τουλάχιστον το ένα τέταρτο της ηλεκτρικής τους ενέργειας από πυρηνικούς αντιδραστήρες. Συγκεκριμένα: i) στη Γαλλία τα τρία τέταρτα της ηλεκτρικής ενέργειας προέρχονται από την πυρηνική, ii) στην Ουγγαρία, τη Σλοβακία και την Ουκρανία το ήμισι της ηλεκτρικής ενέργειας προέρχεται από την πυρηνική, iii) στη Ν. Κορέα περισσότερο από το 30%, iv) στις ΗΠΑ, το Ηνωμένο Βασίλειο, την Ισπανία, τη Ρουμανία και τη Ρωσία περίπου το ένα πέμπτο, v) στην Ιαπωνία περισσότερο από το ένα τέταρτο. Αναλυτική περιγραφή της παραγωγής πυρηνικής ενέργειας ανά χώρα σε παγκόσμιο επίπεδο : https://www.world-nuclear.org/information-library/current-and-future-generation/nuclear-power-in-the-world-today.aspx  Περίπου 30 χώρες εξετάζουν, προγραμματίζουν ή ξεκινούν προγράμματα πυρηνικής ενέργειας. Το Μπαγκλαντές, η Λευκορωσία, η Τουρκία και τα Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα κατασκευάζουν τα πρώτα τους πυρηνικά εργοστάσια. <i>Υπηρεσία Πληροφόρησης του Αντιδραστήρα Ισχύος του Διεθνούς Οργανισμού Ατομικής Ενέργειας (IAEA), πρόσβαση σε αριθμητικά στοιχεία ανά χώρα από το 2007 έως το 2017 / https://www.world-nuclear.org/information-library/facts-and-figures/nuclear-generation-by-country.aspx. / Photo</i>

Ιστορία 1

Καινοτόμες ιδέες και πρωτοποριακές εξελίξεις αξιοποίησης της αιολικής ενέργειας

1. Τα ρεύματα αέρος πάνω από τους ουρανοξύστες και τα κτίρια στις πόλεις είναι πιο δυνατά και σταθερά από αυτά του εδάφους. Προκειμένου να τα εκμεταλλευτούμε, δημιουργήθηκε μία καταπληκτική ανεμογεννήτρια που κρέμεται στον ουρανό. Αποτελείται από έναν κοίλο κύλινδρο και μια έλικα-ανεμοστρόβιλο, μέσα από την οποία γίνεται καλύτερη χρήση της αντοχής του ανέμου. Οι εταιρείες αιολικής ενέργειας συνεχώς καινοτομούν για την ανάπτυξη ανεμογεννητριών, που είναι όλο και πιο αποτελεσματικές και ανταγωνιστικές.



2. Ανεμογεννήτριες στους ουρανοξύστες:

Οι πρώτοι ουρανοξύστες στους οποίους τοποθετούνται αυτές οι ανεμογεννήτριες είναι εκείνοι του Παγκόσμιου Κέντρου Εμπορίου του Μπαχρέιν. Χαρακτηριστικές είναι οι δύο γέφυρες, που συνδέουν αμφότερα τα κτίρια και υποστηρίζουν τρεις τεράστιους στροβίλους, οι οποίοι έχουν διάμετρο περίπου 30 μέτρων.

3. Πλωτές ανεμογεννήτριες: Αυτές οι ανεμογεννήτριες είναι χτισμένες με τρόπο που να ξεπερνούν τη δύναμη των κυμάτων ύψους έως και 30 μέτρων. Οι ανεμόμυλοι κυματίζουν στο νερό, αλλά δεν βυθίζονται, καθώς επιπλέουν στο ίδιο επίπεδο, γιατί είναι δεμένοι από τρία σχοινιά-καλώδια σε μεγάλο βάθος του πυθμένα (700 μέτρα). Αυτές οι ανεμογεννήτριες είναι πολύ αποδοτικές, επειδή χρησιμοποιούν τους άνεμους της θάλασσας, οι οποίοι είναι συνήθως ισχυρότεροι και σταθεροί από τους επιφανείς.



4. Ανεμογεννήτριες «κυψέλης» στις προσόψεις: Αυτός ο τρόπος αξιοποίησης του ανέμου είναι σε θέση να παράγει ενέργεια σε όλες σχεδόν τις καταστάσεις καθώς λειτουργεί με χαμηλή ταχύτητα.

5. Τα μεγαλύτερα αιολικά πάρκα

Το μεγαλύτερο αιολικό πάρκο στον κόσμο είναι το Alta Wind Energy Center, που βρίσκεται στην Καλιφόρνια και αποτελείται από 586 στροβίλους. Το London Array είναι το έκτο μεγαλύτερο από τα αιολικά πάρκα παγκοσμίως. Βρίσκεται στις εκβολές του ποταμού Τάμεση σε απόσταση 20 χιλιομέτρων από την ακτή. Με 175 τουρμπίνες, μπορεί να καλύψει τη ζήτηση για τα 2/3 του πληθυσμού του Kent.

Πρόσβαση στο δημοσίευμα: <https://www.activesustainability.com/renewable-energy/10-curious-facts-about-wind-energy/>

Ιστορία 2

Κίνδυνος διάδοσης όπλων από την ανάπτυξη της πυρηνικής ενέργειας

Η ανάπτυξη της πυρηνικής ενέργειας έχει αυξήσει ιστορικά την ικανότητα των εθνών να αποκτήσουν, να συσκομίσουν πλουτώνιο ή να εμπλουτίσουν ουράνιο για την παραγωγή πυρηνικών όπλων. Η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος (IPCC) αναγνωρίζει το γεγονός και αναφέρει: «...Τα εμπόδια και οι κίνδυνοι που συνδέονται με την αυξανόμενη χρήση της πυρηνικής ενέργειας περιλαμβάνουν τους λειτουργικούς κινδύνους και τις συναφείς ανησυχίες σχετικά με την ασφάλεια, τους κινδύνους εξόρυξης ουρανίου, τους χρηματοοικονομικούς και ρυθμιστικούς κινδύνους, τα ανεπίλυτα θέματα διαχείρισης αποβλήτων, τις ανησυχίες σχετικά με τη διάδοση των πυρηνικών όπλων και την αρνητική κοινή γνώμη...».

Η κατασκευή ενός πυρηνικού αντιδραστήρα για ενέργεια σε μια χώρα, που δεν διαθέτει σήμερα αντιδραστήρα, επιτρέπει στη χώρα να εισάγει ουράνιο για χρήση στη μονάδα πυρηνικής ενέργειας. Εάν η χώρα το επιλέξει, μπορεί να εμπλουτίσει κρυφά το ουράνιο για να δημιουργήσει ουράνιο ποιότητας όπλων και να συλλέξει πλουτώνιο από ράβδους καυσίμου ουρανίου **για χρήση σε πυρηνικά όπλα**. «Αυτό δεν σημαίνει ότι κάποια ή κάθε χώρα θα το κάνει αυτό, αλλά, ιστορικά, μερικοί το έχουν κάνει και ο κίνδυνος είναι υψηλός», όπως σημειώνει η IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change).

Metz. B., O. Davidson, H. C. de Coninck, M. Loos, and L.A.Meyer (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 442 pp.

<http://arch.rivm.nl/env/int/ipcc/> (accessed June 26, 2019)

Ιστορία 3

Διαχείριση ραδιενεργών αποβλήτων – Βιώσιμη λύση διαχείρισης πυρηνικών καυσίμων

Τα περισσότερα αναλωμένα καύσιμα των ΗΠΑ (το 90% αυτών μπορούν να ανακυκλωθούν για να επεκτείνουν την παραγωγή πυρηνικής ενέργειας για εκατοντάδες χρόνια), αποθηκεύονται προς το παρόν με ασφάλεια σε αδιαπέραστα ξηρά βαρέλια από σκυρόδεμα και ατσάλι. Η αμερικανική μονάδα δοκιμών απομόνωσης αποβλήτων (WIPP) κοντά στο Ν. Μεξικό **μπορεί να αποθηκεύσει εμπορικά πυρηνικά απόβλητα σε κρυστάλλινο αλάτι 2 χιλιομέτρων**. Ο σχηματισμός άλατος εκτείνεται από το νότιο Ν. Μεξικό σε όλη τη βορειοανατολική κατεύθυνση προς το νοτιοδυτικό Κάνσας και αποτελεί ενδεικτικό παράδειγμα ότι θα μπορούσε εύκολα να φιλοξενήσει τα πυρηνικά απόβλητα ολόκληρου του κόσμου για τα επόμενα χίλια χρόνια. Η Φινλανδία προχωράει ακόμη περισσότερο στην εκσκαφή ενός μόνιμου αποθετηρίου σε υπόβαθρο γρανίτη 400 μέτρων κάτω από το Olkiluoto.

Photo

Richard Rhodes, 2019. (Συγγραφέας πολλών βιβλίων, συμπεριλαμβανομένου του *Ενέργεια: Μια ανθρώπινη ιστορία*. Είναι νικητής του Βραβείου Pulitzer, του Εθνικού Βραβείου Βιβλίου και του Βραβείου Κύκλου Κριτικών του Εθνικού Βιβλίου) στο Yale School of Forestry & Environmental Studies <https://e360.yale.edu/features/why-nuclear-power-must-be-part-of-the-energy-solution-environmentalists-climate>

Ο νόμος περί πολιτικής πυρηνικών αποβλήτων του 1982 καθιστά υπεύθυνο το Υπουργείο Ενέργειας των ΗΠΑ για την ανάπτυξη ενός γεωλογικού αποθετηρίου χρησιμοποιημένων πυρηνικών καυσίμων. Το έργο δεν έχει υλοποιηθεί ελλείψει της αναγκαίας χρηματοδότησης, παρότι το 2002, ο πρόεδρος και το Κογκρέσο ενέκριναν το Όρος Yucca στη Νεβάδα, ως κατάλληλη τοποθεσία. Ωστόσο, το 2010, το έργο Yucca Mountain έκλεισε, χωρίς να αναφεθούν οποιαδήποτε τεχνικά ζητήματα ή ζητήματα ασφάλειας. Παρόλο που οι επί δεκαετίες μελέτες καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι το προτεινόμενο αποθετήριο θα μπορούσε να προστατεύσει με ασφάλεια τις μελλοντικές γενιές, οι εργασίες δεν έχουν ολοκληρωθεί λόγω του υψηλού κόστους. (Ενημερωτικό δελτίο του Ινστιτούτου Πυρηνικής Ενέργειας Φεβρουάριος 2018, <https://www.nei.org/advocacy/make-regulations-smarter/used-nuclear-fuel>)

Ιστορία 4

Τεχνολογίες αποθήκευσης ενέργειας / Αποθήκευση της «μεταβλητής» ποσότητας ενέργειας που παράγεται από τις καθαρές ΑΠΕ

Η θερμική αποθήκευση χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αξιοποιώντας ενέργεια από τον ήλιο, ακόμη και όταν ο ήλιος δεν λάμπει. Ειδικές ηλιακές εγκαταστάσεις αποθηκεύουν την ηλιακή θερμότητα σε νερό, λιωμένα άλατα ή άλλα υγρά, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ακόμα και μετά τη δύση του ήλιου. Για παράδειγμα, το έργο ηλιακής ενέργειας Blythe της Καλιφόρνιας χρησιμοποιεί σύστημα αποθήκευσης λιωμένου άλατος με έναν ηλιακό πύργο για την παροχή ενέργειας για περίπου 68.000 σπίτια κάθε χρόνο.

Έχει μελετηθεί, επίσης, η **δυνατότητα δημιουργίας υδρογόνου από την αιολική ενέργεια και η αποθήκευσή του σε πύργους ανεμογεννητριών για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, όταν ο άνεμος δεν φυσάει.**

Αντλητική υδροηλεκτρική αποθήκευση: Η υδροηλεκτρική αποθήκευση με αντλία αποθηκεύει ενέργεια στο στάδιο μετάδοσης του δικτύου, αποθηκεύοντας υπερβολική παραγωγή για μεταγενέστερη χρήση. Πολλές μονάδες υδροηλεκτρικής ενέργειας περιλαμβάνουν 2 δεξαμενές σε διαφορετικά υψόμετρα. Αυτές αποθηκεύουν ενέργεια αντλώντας νερό στην ανώτερη δεξαμενή, όταν η προσφορά υπερβαίνει τη ζήτηση. Όταν η ζήτηση υπερβαίνει την προσφορά, το νερό απελευθερώνεται στην κάτω δεξαμενή με το νερό να τρέχει προς τα κάτω μέσω τουρμπίνας, για να παράγει ηλεκτρική ενέργεια.

Η Ομοσπονδιακή Ρυθμιστική Επιτροπή Ενέργειας (FERC), δημιούργησε μια δομή τιμολόγησης, που ονομάζεται pay-for-performance και καθιστά τις τεχνολογίες αποθήκευσης πιο οικονομικές σε εμπορική κλίμακα. Μια πίστωση φόρου επένδυσης θα συμβάλει, επίσης, στην επιτάχυνση της ανάπτυξης τεχνολογιών αποθήκευσης. Αυτό σημαίνει ότι **με την υποστήριξη της κυβέρνησης και της βιομηχανίας, οι τεχνολογίες αποθήκευσης ενέργειας θα συνεχίσουν να αναπτύσσονται και να επεκτείνονται, συμβάλλοντας στην αυξανόμενη ανάπτυξη μεταβλητών ΑΠΕ και στην αποθήκευση μιας συνεχώς αυξανόμενης ποσότητας καθαρών ΑΠΕ για το μέλλον.**

Denholm, P. Et al. 2010. Ο ρόλος της αποθήκευσης ενέργειας με την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Εθνικό Εργαστήριο Ανανεώσιμης Ηλεκτρικής Ενέργειας. <http://www.nrel.gov/docs/fy10osti/47187.pdf>, Ένωση ανησυχούντων επιστημόνων. 2013. Βελτίωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας: ενέργεια στην οποία μπορείτε να βασίζεστε. http://www.ucsusa.org/assets/documents/clean_energy/Ramping-Up-Renewables-Energy-You-Can-Count-On.pdf, Solar Reserve, <http://www.solarreserve.com/what-we-do/csp-projects/ice-army-airfield/>, "Σύστημα αποθήκευσης ενέργειας πάγου πάγου"-<http://www.ice-energy.com/ice-bear-energy-storage-system>, Βελτίωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας: ενέργεια στην οποία μπορείτε να βασίζεστε. http://www.ucsusa.org/assets/documents/clean_energy/Ramping-Up-Renewables-Energy-You-Can-Count-On.pdf, DSIRE: Βάση δεδομένων κρατικών κινήτρων για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και αποδοτικότητα. <http://www.dsireusa.org/>, <https://www.ucsusa.org/clean-energy/how-energy-storage-works>

Ιστορία 5

Εξάτμιση σωρού σκουπιδιών χωρίς απόβλητα ή εκπομπές CO2 για παραγωγή ενέργειας

Η εταιρεία Sierra Energy αποσκοπεί στη λύση του προβλήματος των μη ανακυκλώσιμων απορριμμάτων που καταλήγουν σε χώρους υγειονομικής ταφής (από επικίνδυνα απόβλητα και πλαστικά μέχρι τα καθημερινά σκουπίδια και ελαστικά), παράγοντας καθαρή ενέργεια με την εξάτμιση σωρού σκουπιδιών χωρίς απόβλητα ή εκπομπές ρυπογόνων ουσιών. Χάρη στην τεχνολογία αεριοποίησης FastOx, θερμαίνει όλα τα απορρίμματα στους 4.000 βαθμούς Φαρενάιτ, που είναι περίπου δύο φορές μεγαλύτερη θερμοκρασία από τη θερμοκρασία στην καρδιά ενός ηφαιστείου. Ενώ μπορεί να φαίνεται ότι αυτό απαιτεί μεγάλες ποσότητες ενέργειας, το σύστημα μπορεί να παράγει τη θερμότητα απλά με την έγχυση καθαρού οξυγόνου στον κλίβανο. (Πρόσβαση 3/8/2019 <https://www.goodnewsnetwork.org/revolutionary-blast-furnace-vaporizes-trash-and-turns-it-into-clean-energy/>).

Ιστορία 6

Γεωθερμική ενέργεια: Μια γιγάντια, μόνιμη και αναξιοποίητη πηγή ενέργειας

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τη γεωθερμική ενέργεια απαιτεί συσκευές που μπορούν να χρησιμοποιήσουν τη θερμότητα μέσα στη γήινη φλούδα. Πρόσφατα, ομάδα επιστημόνων στο Tokyo Tech, σημείωσε μεγάλη πρόοδο στην κατανόηση και ανάπτυξη ευαίσθητων θερμικών κυττάρων, ενός είδους μπαταρίας που μπορεί να παράγει ηλεκτρική ενέργεια στους 100 ° C ή λιγότερο, χρησιμοποιώντας φωτοευαίσθητοποιημένα ηλιακά κύτταρα. Στις συσκευές αυτές, τα ηλεκτρόνια κινούνται από μια κατάσταση χαμηλής ενέργειας σε μια κατάσταση υψηλής ενέργειας στον ημιαγωγό, αποκτώντας θερμική διέγερση. Στη συνέχεια, μεταφέρονται φυσικά σε στρώμα μεταφοράς ηλεκτρονίων, όπου περνώντας από ένα εξωτερικό κύκλωμα, διέρχονται από το αντίθετο ηλεκτρόδιο και, τελικά, φτάνουν στον ηλεκτρολύτη. **Τίθεται το ερώτημα: Θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως αένας κινητήρας ή το ρεύμα θα σταματούσε κάποια στιγμή;** Μετά από δοκιμές, η ομάδα παρατήρησε ότι ο ηλεκτρισμός, σταμάτησε να ρέει μετά από ορισμένο χρόνο και πρότεινε έναν μηχανισμό που εξηγεί το φαινόμενο. Το ρεύμα σταματά, επειδή οι οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις στο στρώμα ηλεκτρολυτών σταματούν λόγω της μετεγκατάστασης των διαφόρων τύπων ιόντων χαλκού. Όμως, ανακάλυψαν ότι η μπαταρία μπορεί να επανέλθει στην ίδια κατάσταση παραγωγής ρεύματος (παρουσία θερμότητας) με το άνοιγμα του εξωτερικού κυκλώματος (δηλαδή με έναν απλό διακόπτη). **Συμπερασματικά, με ένα τέτοιο σχέδιο, η θερμότητα, που συνήθως θεωρείται ενέργεια χαμηλής ποιότητας, θα γίνει μια μεγάλη πηγή ανανεώσιμης ενέργειας.** Οι περαιτέρω βελτιώσεις σε αυτό το είδος μπαταρίας είναι στόχος μελλοντικής έρευνας, με την ελπίδα ότι μία ημέρα θα επιλυθεί η ενεργειακή ανάγκη της ανθρωπότητας.

S. Matsushita, T. Araki, B. Mei, S. Sugawara, Y. Inagawa, J. Nishiyama, T. Isobe, A. Nakajima. Ένα ευαίσθητοποιημένο θερμικό κύτταρο ανακτήθηκε χρησιμοποιώντας θερμότητα. Journal of Materials Chemistry A , 2019; DOI: 10.1039 / C9TA04060A, Τεχνολογικό Ινστιτούτο Τόκιο. "Θα μπορούσε η θερμότητα του γήινου φλοιού να γίνει η τελική πηγή ενέργειας;" Δημοσίευση 17 / 7 / 2019 στο περιοδικό ScienceDaily. www.sciencedaily.com/releases/2019/07/190717230347.htm

Ιστορία 7

Οι βράχοι στον βυθό της θάλασσας του Ηνωμένου Βασιλείου ως τοποθεσίες αποθήκευσης για παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας

Οι διαδικασίες που αποθηκεύουν ενέργεια, φτηνά και αξιόπιστα για μήνες, συμβάλλουν στη σταθερή προμήθεια ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές - όπως τις ανεμογεννήτριες και παλιρροϊκές τουρμπίνες. Τέτοια μέθοδος είναι η **αποθήκευση ενέργειας πεπιεσμένου αέρα (CAES)**, που χρησιμοποιεί την ελαστική δυναμική ενέργεια του πεπιεσμένου αέρα για τη βελτίωση της αποδοτικότητας των συμβατικών αεριοστρόβιλων. Τα συστήματα CAES συμπιέζουν τον αέρα χρησιμοποιώντας ηλεκτρισμό κατά τη διάρκεια των εκτός αιχμής χρόνων και, στη συνέχεια, αποθηκεύουν τον αέρα σε υπόγεια σπήλαια. Κατά την αιχμή της ζήτησης, ο αέρας αντλείται από την αποθήκευση και τροφοδοτείται με φυσικό αέριο σε έναν στρόβιλο καύσης για την παραγωγή ηλεκτρισμού. Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιεί μόνο το ένα τρίτο του φυσικού αερίου που απαιτείται στις συμβατικές μεθόδους. Δύο εμπορικά εργοστάσια CAES λειτουργούν α) στο Huntorf της Γερμανίας και β) στο Macintosh της Αλαμπάμα, αν και η δημιουργία τους προτείνεται και σε άλλες περιοχές των ΗΠΑ. Επίσης, μηχανικοί και γεωεπιστήμονες από τα πανεπιστήμια του Εδιμβούργου και Strathclyde, με μαθηματικά μοντέλα, αξιολόγησαν το δυναμικό της διαδικασίας παγίδευσης πεπιεσμένου αέρα σε πορώδη πετρώματα στη Β. Θάλασσα. Προκύπτει ότι **οι πορώδεις βράχοι κάτω από τα ύδατα αποθηκεύουν περίπου μιάμιση φορά τη συνηθισμένη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας του Ηνωμένου Βασιλείου τον Ιανουάριο και τον Φεβρουάριο, δηλαδή κατά τη διάρκεια του χειμώνα, όταν η ζήτηση είναι υψηλότερη.** Η τοποθέτηση πηγών κοντά σε πηγές ΑΠΕ - όπως οι υπεράκτιες ανεμογεννήτριες - θα κάνει τη διαδικασία πιο αποτελεσματική, φθηνότερη και θα μειώσει την ποσότητα υποθαλάσσιων καλωδίων που απαιτείται. *Nature Energy. Επικεφαλής της έρευνας ήταν Δρ Julien Mouli-Castillo (Πανεπιστήμιο της Σχολής Γεωεπιστημών του Εδιμβούργου)*

Ιστορία 8

Πρωτοποριακή ανανεώσιμη πηγή ενέργειας με ταυτόχρονη συλλογή θερμότητας από τον ήλιο και ψυχρότητας από τον εξωτερικό χώρο

Ο Chen και οι συνεργάτες του ανέπτυξαν μια συσκευή που συνδυάζει την ακτινοβολία ψύξης με τεχνολογία ηλιακής απορρόφησης. Η συσκευή αποτελείται από ηλιακό απορροφητή γερμανίου στην κορυφή ενός ψυγείου ακτινοβολίας με στρώματα νιτρίδιου, πυριτίου και αλουμινίου, που περικλείονται σε κενό για ελαχιστοποίηση της ανεπιθύμητης απώλειας θερμότητας. Τόσο ο ηλιακός απορροφητής όσο και η ατμόσφαιρα είναι διαφανείς στην περιοχή των μέσων υπέρυθρων ακτίνων, προσφέροντας ένα κανάλι για υπέρυθρη ακτινοβολία από τον ακτινοβολέα, για να περάσει στον εξωτερικό χώρο. "Σε μια ταράτσα φανταζόμαστε ότι ένα φωτοβολταϊκό κύτταρο μπορεί να τροφοδοτήσει ηλεκτρισμό, ενώ το ψυγείο μπορεί να δροσίσει το σπίτι σε ζεστές καλοκαιρινές ημέρες", λέει ο Chen.

Παρόλο που η τεχνολογία αυτή υπόσχεται πολλά, ο Chen πιστεύει ότι χρειάζεται ακόμη αρκετή δουλειά, για να αναπτυχθεί για εμπορική χρήση. Ενώ το κενό που περιβάλλει τη συσκευή μπορεί να αναπτυχθεί με σχετική ευκολία, το διαφανές παράθυρο που παράγεται από το σεληνίδιο του ψευδαργύρου εξακολουθεί να είναι υπερβολικά δαπανηρό και ο ηλιακός απορροφητής και ο ακτινοβολητής θα μπορούσαν να σχεδιαστούν και από φθηνότερα υλικά υψηλής απόδοσης. Ο Chen πιστεύει, επίσης, ότι είναι σημαντικό να δοκιμάσουμε τη χρήση φωτοβολταϊκών κυττάρων στη θέση ενός ηλιακού απορροφητή, μια ιδέα που δεν έχει ακόμη αποδειχθεί. Αλλά παρά τις πρακτικές προκλήσεις, η ομάδα πιστεύει ότι αυτή η έρευνα καταδεικνύει ότι η ανανεώσιμη ενέργεια έχει ακόμα περισσότερες δυνατότητες στην οροφή από ό, τι είχε σκεφτεί προηγουμένως. Η μέθοδος αυτή μπορεί να συμβάλει στη βελτίωση της αποδοτικότητας των ηλιακών κυττάρων.

Zhen Chen, Linxiao Zhu, Wei Li, Shanhui Fan. *Simultaneously and Synergistically Harvest Energy from the Sun and Outer Space*. Joule, 2018; DOI: 10.1016/j.joule.2018.10.009

Ιστορία 9

Η πυρηνική ενέργεια εξελίσσεται ως υπερδύναμη της ναυσιπλοΐας

Οι ναυτικοί πυρηνικοί αντιδραστήρες διαφοροποιούνται από τους αντιδραστήρες που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια στο ότι:

-Παράγουν αρκετή ενέργεια σε μικρό όγκο και χρησιμοποιούν υψηλού εμπλουτισμού ουράνιο >20%

-Έχουν μεγάλο χρόνο ζωής πυρήνων. Έτσι, επανατροφοδοτούνται μετά από 10 ίσως και παραπάνω χρόνια. Οι νέοι πυρήνες είναι εγκατεστημένοι τα τελευταία 50 χρόνια στα πλοία μεταφοράς, και τα τελευταία 30-40 χρόνια στα περισσότερα υποβρύχια.

Ενδεικτικά παραδείγματα: Η αρχή έγινε το 1959 με το Σοβιετικό παγοθραυστικό «Λένιν», το οποίο ήταν και το πρώτο σκάφος που έφτασε στον Βόρειο Πόλο. Ο κυριότερος ανασταλτικός παράγοντας για το σύντομο χρονικό διάστημα λειτουργίας κάποιων πυρηνοκίνητων πλοίων (π.χ. NS Savannah) ήταν **το μεγάλο κόστος λειτουργίας**, που καθιστούσε τη χρήση πυρηνικής ενέργειας οικονομικά ασύμφορη. Η Κίνα έχει αρκετά πυρηνοκίνητα υποβρύχια. Το Φεβρουάριο του 2013 η κινεζική εταιρεία "China Shipbuilding Industry Corporation" έλαβε κρατική έγκριση και χρηματοδότηση να ξεκινήσει έρευνα στις τεχνολογίες του πυρήνα και της ασφάλειας των πυρηνοκίνητων πλοίων, στα "πολικά" σκάφη, δηλαδή τα παγοθραυστικά. Η Γαλλία έχει ένα πυρηνοκίνητο αεροπλανοφόρο και δέκα πυρηνοκίνητα υποβρύχια (4 SSBN, 6 Rubis class SSN). Το Ηνωμένο Βασίλειο έχει 12 υποβρύχια, που είναι όλα πυρηνοκίνητα. Η Κίνα έχει δέκα πυρηνοκίνητα υποβρύχια.

Jane's Fighting Ships, 1999-2000; J Simpson 1995, *Nuclear Power from Underseas to Outer Space*, American Nuclear Society *The Safety of Nuclear Powered Ships*, 1992 Report of NZ Special Committee on Nuclear Propulsion Bellona 1996, *The Russian Northern Fleet and Civil Nuclear Powered Vessels* (on web) Bellona: http://www.bellona.org/subjects/Russian_nuclear_naval_vessels, <http://spb.org.ru/bellona/ehome/russia/nfl/nfl2-1.htm><http://spb.org.ru/bellona/ehome/russia/nfl/nfla>

Ιστορία 10

Το πλωτό αιολικό πάρκο της Σκωτίας

Το πρώτο εμπορικό παράκτιο πλωτό αιολικό πάρκο, το Hywind, ξεκίνησε να στέλνει ρεύμα προς το δίκτυο. Η εγκατάσταση, που περιλαμβάνει 6 ανεμογεννήτριες και παράγει 30MW, βρίσκεται σε άριστη κατάσταση λειτουργίας. Μάλιστα, σύμφωνα με την Statoil, η εγκατάσταση είχε 65% συντελεστή χωρητικότητας – απόδοσης (capacity factor) τους τελευταίους 3 μήνες. Ο συντελεστής του Hywind ξεπερνά τον μέσο συντελεστή απόδοσης που έχουν αρκετές πηγές ηλεκτρισμού. Σύμφωνα με το Energy Information Administration (EIA), οι αντίστοιχες παράκτιες αιολικές εγκαταστάσεις των ΗΠΑ είχαν συντελεστή απόδοσης κατά μέσο όρο 36.7% το 2017. Οι φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις είχαν, αντίστοιχα, μέσο όρο 27% το 2017. Ακόμα και τα συμβατικά υδροηλεκτρικά εργοστάσια έφτασαν το 45.2% την προηγούμενη χρονιά. Η σύγκριση του 65% συντελεστή απόδοσης του Hywind, που υπολογίστηκε τους μήνες του χειμώνα, όπου οι άνεμοι είναι πολύ δυνατοί, με τους αντίστοιχους συντελεστές των υπόλοιπων ενεργειακών εγκαταστάσεων της προηγούμενης χρονιάς, δεν είναι σωστή. Στο αντίστοιχο χρονικό διάστημα μπορεί το αιολικό πάρκο να έχει χαμηλότερη απόδοση, καθώς τους καλοκαιρινούς μήνες οι άνεμοι δεν είναι τόσο δυνατοί. Η Statoil, όμως, αναφέρει ότι σε παρόμοιες αιολικές εγκαταστάσεις ο συντελεστής τους αγγίζει το 40% με 60% τους χειμερινούς μήνες. Το γεγονός αυτό δείχνει ότι υπάρχει κάποιο πλεονέκτημα στις πλωτές αιολικές εγκαταστάσεις. Οι ανεμογεννήτριες μπορούν να τοποθετηθούν πιο μέσα στη θάλασσα, όπου οι άνεμοι είναι πιο δυνατοί και σταθεροί. Το Hywind κατασκευάστηκε όπως οι πλατφόρμες εξόρυξης πετρελαίου, όπου έχουν αγκυροβολήσει τις πλατφόρμες στον πυθμένα με άγκυρες αναρρόφησης (suction anchors).

<http://www.bbc.com/news/av/science-environment-40712926/world-s-first-floating-offshore-wind-farm-in-scotland>

Ιστορία 11

Ψήφισμα του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου σχετικά με τις συνέπειες της χρήσης όπλων με απεμπλουτισμένο ουράνιο

Το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο: α) συγκλονισμένο από τις συνέπειες της χρήσης όπλων με απεμπλουτισμένο ουράνιο από χώρες του NATO στον Πόλεμο του Κόλπου (1991), στη Βοσνία (1994-1995) και στο Κοσσυφοπέδιο (1999), με πολυάριθμους θανάτους στρατιωτικών και κατοίκων των βομβαρδισμένων περιοχών και τις οικολογικές καταστροφές, β) λαμβάνοντας υπόψη τις αρνητικές συνέπειες για την υγεία και το περιβάλλον λόγω της χρήσης απεμπλουτισμένου ουρανίου, που προστίθενται στις βλάβες από την έκθεση σε τοξικές χημικές ουσίες (διαλυτικά, βενζόλια, καύσιμα) και στους βομβαρδισμούς εργοστασίων παραγωγής χημικών προϊόντων και ηλεκτρικής ενέργειας, γ) λαμβάνοντας υπόψη ότι η ρύπανση από απεμπλουτισμένο ουράνιο μπορεί να επεκταθεί σταδιακά σε άλλες περιοχές και να έχει συνέπειες για πολλές δεκαετίες μετά τους βομβαρδισμούς:

- ζητά την απαγόρευση παραγωγής, δοκιμής, χρήσης και πώλησης όπλων με απεμπλουτισμένο ουράνιο· υποστηρίζει την υπογραφή μιας διεθνούς συνθήκης για την απαγόρευση των όπλων με απεμπλουτισμένο ουράνιο·
- Καλεί τον Γενικό Γραμματέα του ΟΗΕ να διεξαγάγει μια ανεξάρτητη, διεξοδική και διαφανή έρευνα σχετικά με τις συνέπειες της χρήσης απεμπλουτισμένου ουρανίου για την υγεία και το περιβάλλον και να προβεί σε ευρεία ενημέρωση σχετικά με την κατάσταση, ώστε να προστατευθούν οι πληθυσμοί των πληγισμένων περιοχών.

Σύμφωνα με το άρθρο 37, παράγραφος 2, του Κανονισμού των βουλευτών Francis Wurtz, Lucio Manisco, Andre Brie, Laura González Álvarez, Joaquim Miranda, Κωνσταντίνου Αλυσανδράκη, Pedro Marset Campos, Luigi Vinci, Μιχαήλ Παπαγιαννάκη, Herman Schmid, Esko Olavi Seppänen, Pernille Frahm, Εμμανουήλ Μπακόπουλου και Ιωάννη Θεωνά εξ ονόματος της Συνομοσπονδιακής Ομάδας της Ευρωπαϊκής Ενωτικής Αριστεράς/Αριστεράς των Πρασίνων των Βόρειων Χωρών σχετικά με τις συνέπειες της χρήσης όπλων με απεμπλουτισμένο ουράνιο ("σύνδρομο των Βαλκανίων") <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+MOTION+B5-2001-0053+0+DOC+XML+V0//EL>

Κάρτα Ερώτησης 1	Κάρτα Ερώτησης 2	Κάρτα Ερώτησης 3
Γιατί η πυρηνική ενέργεια θεωρείται «καθαρή μορφή ενέργειας», που μπορεί να δώσει λύση στο ενεργειακό ζήτημα;	Θεωρείτε ότι η πυρηνική ενέργεια είναι βιώσιμη λύση του ενεργειακού ζητήματος ;	Γιατί τα πυρηνικά ατυχήματα θεωρούνται βασικός ανασταλτικός παράγοντας χρήσης της πυρηνικής ενέργειας ;
Κάρτα Ερώτησης 4	Κάρτα Ερώτησης 5	Κάρτα Ερώτησης 6
Η πυρηνική ενέργεια επιδρά αρνητικά στο περιβάλλον ;	Υπάρχουν κίνδυνοι βιωσιμότητας της πυρηνικής ενέργειας ;	Ποια συγκριτικά στοιχεία υπάρχουν για το χρονικό διάστημα που απαιτείται για την λειτουργία των πυρηνικών σταθμών και των ΑΠΕ; Ποιο συμπέρασμα εξάγετε;
Κάρτα Ερώτησης 7	Κάρτα Ερώτησης 8	Κάρτα Ερώτησης 9
Ποια επιστημονικά στοιχεία υπάρχουν σχετικά με την παραγωγή ενέργειας από πυρηνικούς σταθμούς και ΑΠΕ σε παγκόσμιο επίπεδο;	Διατυπώνεται η άποψη ότι η αιολική θα ενέργεια θα εξελιχθεί ως λύση του ενεργειακού ζητήματος λόγω νέων καινοτόμων ιδεών και πρωτοποριακών εξελίξεων για αξιοποίησης της. Συμφωνείτε;	Ποια συγκριτικά επιστημονικά στοιχεία υπάρχουν σχετικά με την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από διάφορες πηγές ανανεώσιμης ενέργειας;

Κάρτα Ερώτησης 10	Κάρτα Ερώτησης 11	Κάρτα Ερώτησης 12
Ποια επιστημονικά στοιχεία υπάρχουν σχετικά με την αποθήκευση ενέργειας από ΑΠΕ, αλλά και την αποθήκευση των πυρηνικών αποβλήτων; Ποια πλεονεκτήματα προκύπτουν;	Η «μεταβλητότητα» της ενέργειας των ΑΠΕ, που εξαρτάται από περιβαλλοντικές συνθήκες, αποτελεί ένα πολύ σημαντικό μειονέκτημα. Συμφωνείτε ή διαφωνείτε; Αιτιολογήστε.	Μπορούν οι μονάδες παραγωγής πυρηνικής ενέργειας να λειτουργήσουν ως προωθητές πολεμικών όπλων;
Κάρτα Ερώτησης 13	Κάρτα Ερώτησης 14	Κάρτα Ερώτησης 15
Υπάρχουν στατιστικά στοιχεία για τη χρήση των ΑΠΕ στην ΕΕ;	Ποια συγκριτικά στοιχεία υπάρχουν για μέση κόστη κατασκευής των ΑΠΕ και των πυρηνικών εγκαταστάσεων;	Ποια επιστημονικά στοιχεία υπάρχουν για τις επιπτώσεις από τη μέθοδο της έκλυσης για την εξόρυξη του ουρανίου;
Κάρτα Ερώτησης 16	Κάρτα Ερώτησης 17	Κάρτα Ερώτησης 18
Ποια θετικά και αρνητικά αποδεικτικά στοιχεία καταγράφονται από τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια παραγωγής ενέργειας;	Ποια συγκριτικά στοιχεία καταγράφονται για τους ψηλότερους συντελεστές χωρητικότητας ΑΠΕ και πυρηνικών εγκαταστάσεων;	Ποια ζητήματα ενεργειακής ασφάλειας έχουν τεθεί στην ΕΕ και καθιστούν το ενεργειακό ζήτημα σε προτεραιότητα;

Κάρτα Ερώτησης 19	Κάρτα Ερώτησης 20	Κάρτα Ερώτησης 21
«Τα πυρηνικά όπλα αποτελούν βασικό ανασταλτικό παράγοντα αξιοποίησης της πυρηνικήςσχάσης ουρανίου». Συμφωνείτε με αυτή την άποψη;	Υπάρχουν τεχνολογίες αποθήκευσης ενέργειας από ΑΠΕ, ώστε να λειτουργήσουν προς την αξιοποίηση τους σε περίπτωση μη καλών περιβαλλοντικών συνθηκών;	Η πυρηνική ενέργεια σε ποιους άλλους τομείς μπορεί να συμβάλει θετικά;

Προετοιμάστε τα επιχειρήματα για τη συζήτηση. Μια ομάδα μαθητών ετοιμάζει επιχειρήματα που υποστηρίζουν την μία άποψη, ή άλλη έχει αντιφατικά επιχειρήματα. Χρησιμοποιήστε το προτεινόμενο σχήμα.

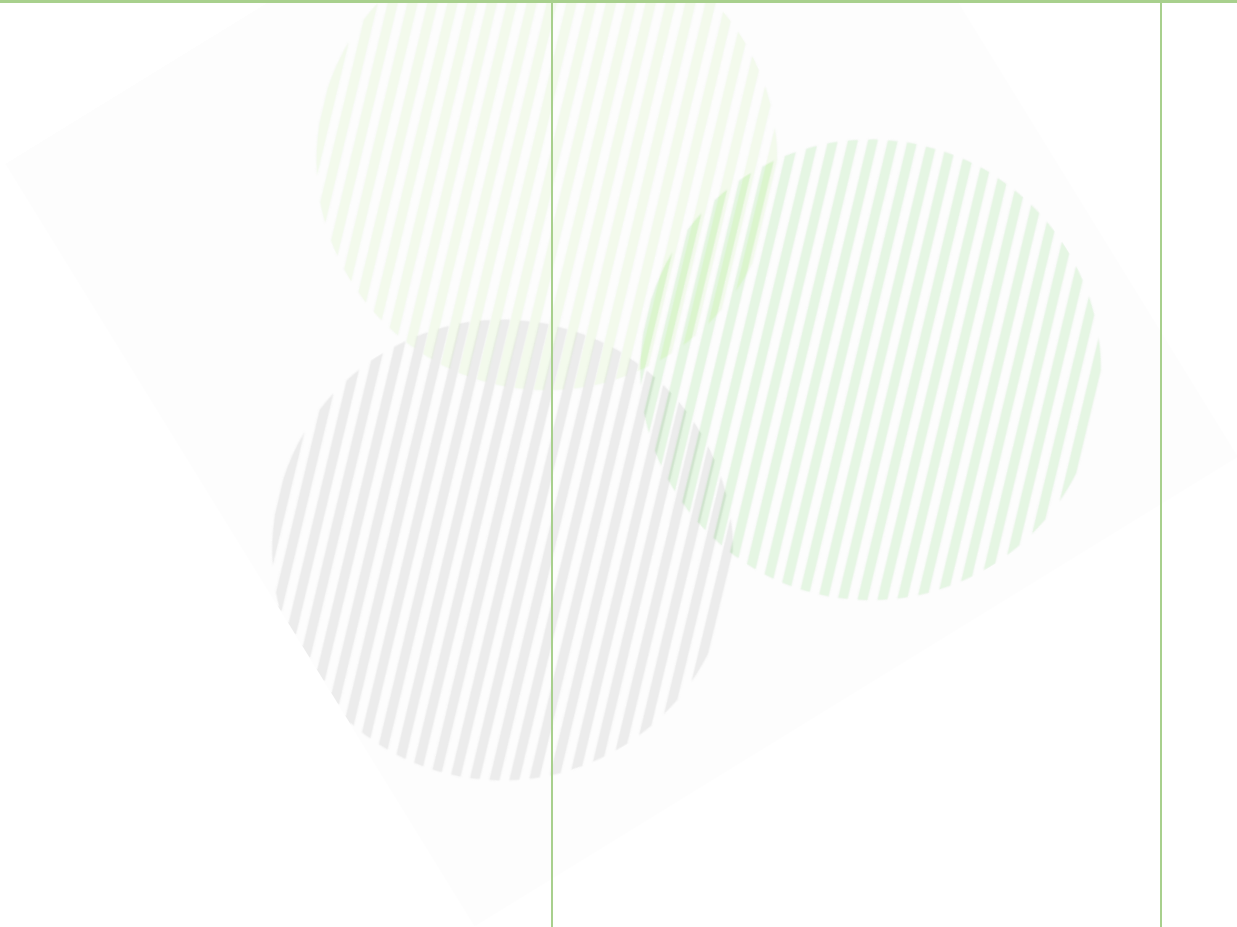
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑ 1^ο.

Επιχείρημα	Προβλεπόμενες αντιρρήσεις της άλλης ομάδας	Απαντήσεις στις αντιρρήσεις

ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑ 2^ο.

Επιχείρημα	Προβλεπόμενες αντιρρήσεις της άλλης ομάδας	Απαντήσεις στις αντιρρήσεις
		

ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑ 3^ο

Επιχείρημα	Προβλεπόμενες αντιρρήσεις της άλλης ομάδας	Απαντήσεις στις αντιρρήσεις
		

The project has been funded with the support of European Commission within ERASMUS+ program



Συγγραφέας Παναγιώτα Αργύρη, Μέλος του Ι.Π.Ε.Σ.Ε., Μαθηματικός, Μ.Εδ. στη Διδακτική και Μεθοδολογία των Μαθηματικών, Μ.Σc. στα Οικονομικά Μαθηματικά

odyssey.igf.edu.pl

Ενεργειακό Ζήτημα: Πυρηνική Ενέργεια και Ανανεώσιμες μορφές ενέργειας

Δημιουργός Βίντεο:

Μιχαήλ Γεωργουλάκης Μισεγιάννης,

*Προπτυχιακός Φοιτητής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών
και Μηχανικών Υπολογιστών, ΕΜΠ*

Εισαγωγή : Η ενέργεια στην ζωή μας

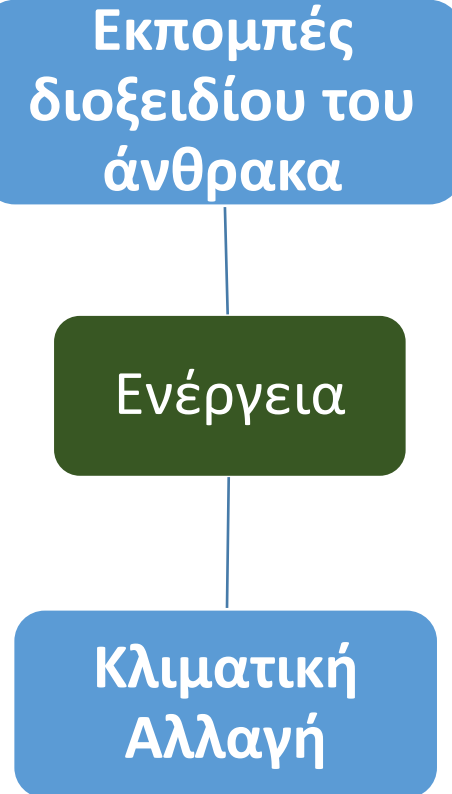
- Ο άνθρωπος συνδέθηκε με την έννοια ενέργεια από την πρώτη στιγμή της ύπαρξής του πάνω στη Γη.
 - Η χρήση και το κόστος της ενέργειας επηρεάζουν τον κάθε άνθρωπο στην καθημερινή ζωή του.
- Μπορείτε να αναφέρετε παραδείγματα χρήσης της ενέργειας;
- Υπάρχουν διαφορές στον σημερινό σύγχρονο κόσμο και στο παρελθόν;



Η παραγωγή ενέργειας συνδέεται (σε μεγάλο ποσοστό) με τη χρήση ορυκτών καυσίμων

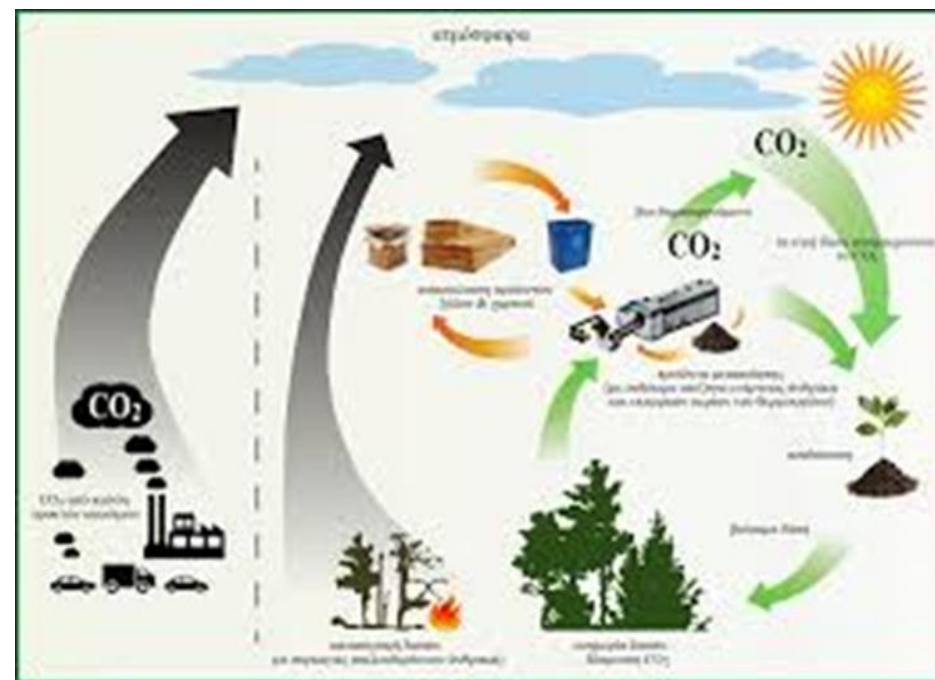
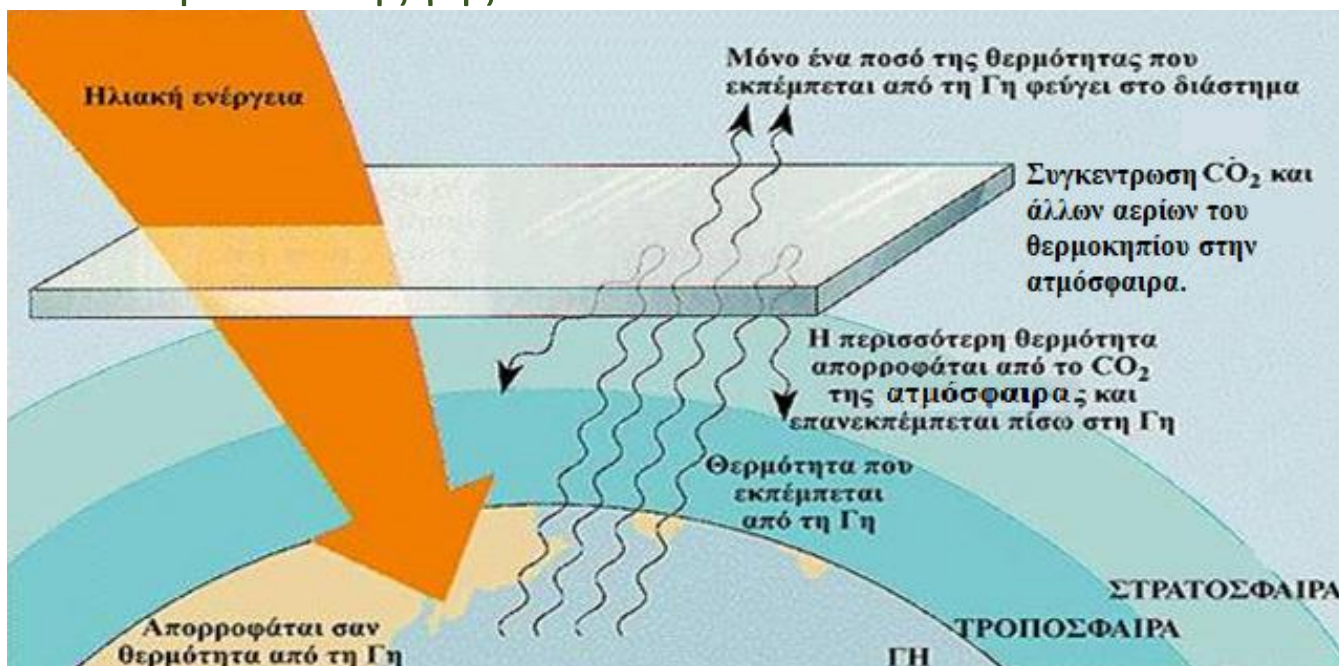
Ορυκτά καύσιμα: Μια πηγή ενέργειας που σχηματίζεται στον φλοιό της γης από την αποσύνθεση οργανικού υλικού, φυτικής ή ζωικής προέλευσης. Τα τρία πιο κοινά ορυκτά καύσιμα είναι ο άνθρακας, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο.

Όμως, η παραγωγή ενέργειας από τα ορυκτά καύσιμα συνδέεται άμεσα με τη ρύπανση του περιβάλλοντος και ιδιαίτερα με τη ρύπανση της ατμόσφαιρας.



Ορυκτά καύσιμα & Κλιματική αλλαγή

- Μια από τις πολύ σοβαρές συνέπειες της ρύπανσης του ατμοσφαιρικού αέρα είναι και **το φαινόμενο του θερμοκηπίου που έχει ως αποτέλεσμα την αλλαγή του κλίματος της γης**. Αέρια προερχόμενα από ανθρωπογενείς δραστηριότητες (βιομηχανία, καύσεις για παραγωγή ενέργειας) δημιουργούν στα κατώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας ένα πυκνό στρώμα που επιτρέπει στις ακτίνες του ήλιου να διαπερνούν την ατμόσφαιρα και να θερμαίνουν την επιφάνεια της γης.



Αιτίες της κλιματικής αλλαγής



Οι άνθρωποι επηρεάζουν ολοένα και περισσότερο το κλίμα και τη θερμοκρασία της γης μέσω της χρήσης ορυκτών καυσίμων, της αποψίλωσης των τροπικών δασών της βροχής, και της κτηνοτροφίας.



Οι δραστηριότητες αυτές προσθέτουν τεράστιες ποσότητες αερίων του θερμοκηπίου στα αέρια που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα, προκαλώντας αύξηση του φαινομένου του θερμοκηπίου και υπερθέρμανση του πλανήτη.

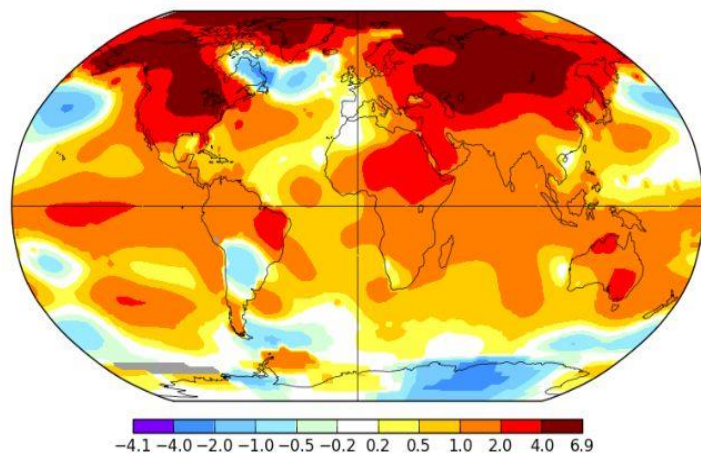


Ορισμένα αέρια της ατμόσφαιρας λειτουργούν όπως το γυαλί των θερμοκηπίων, παγιδεύοντας τη θερμότητα του ήλιου και εμποδίζοντας τη διάχυσή της στο διάστημα.

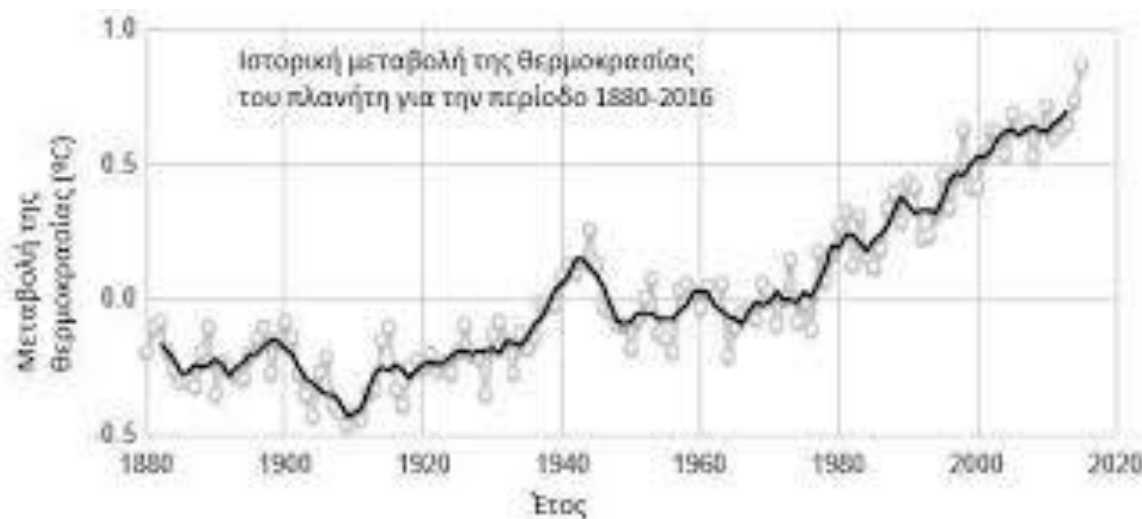
March 2016

L-OTI(°C) Anomaly vs 1951-1980

1.29



Επιτακτική η ανάγκη της μείωσης των ρυπογόνων ουσιών της ατμόσφαιρας.



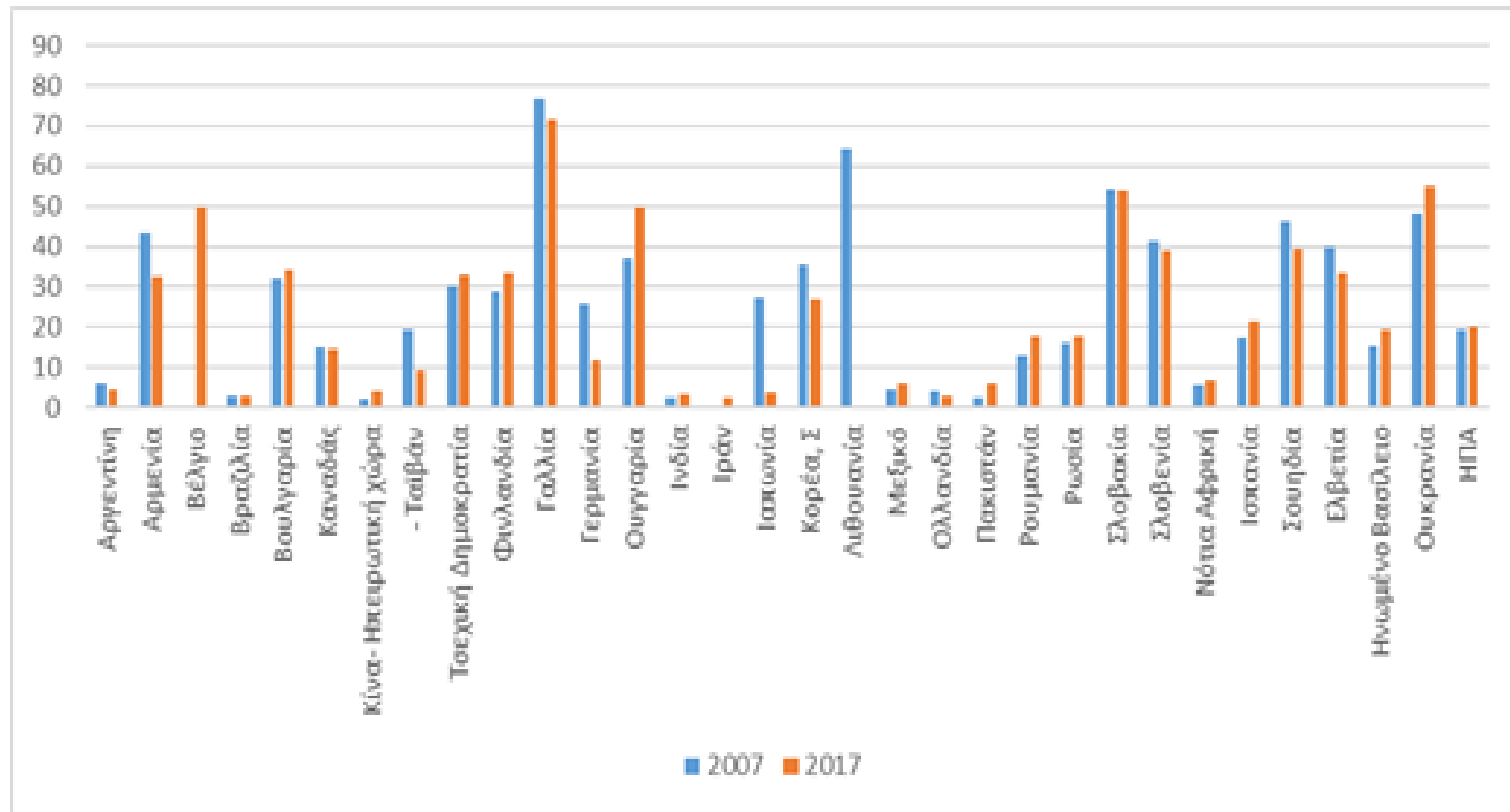
Πηγή: climate.nasa.gov

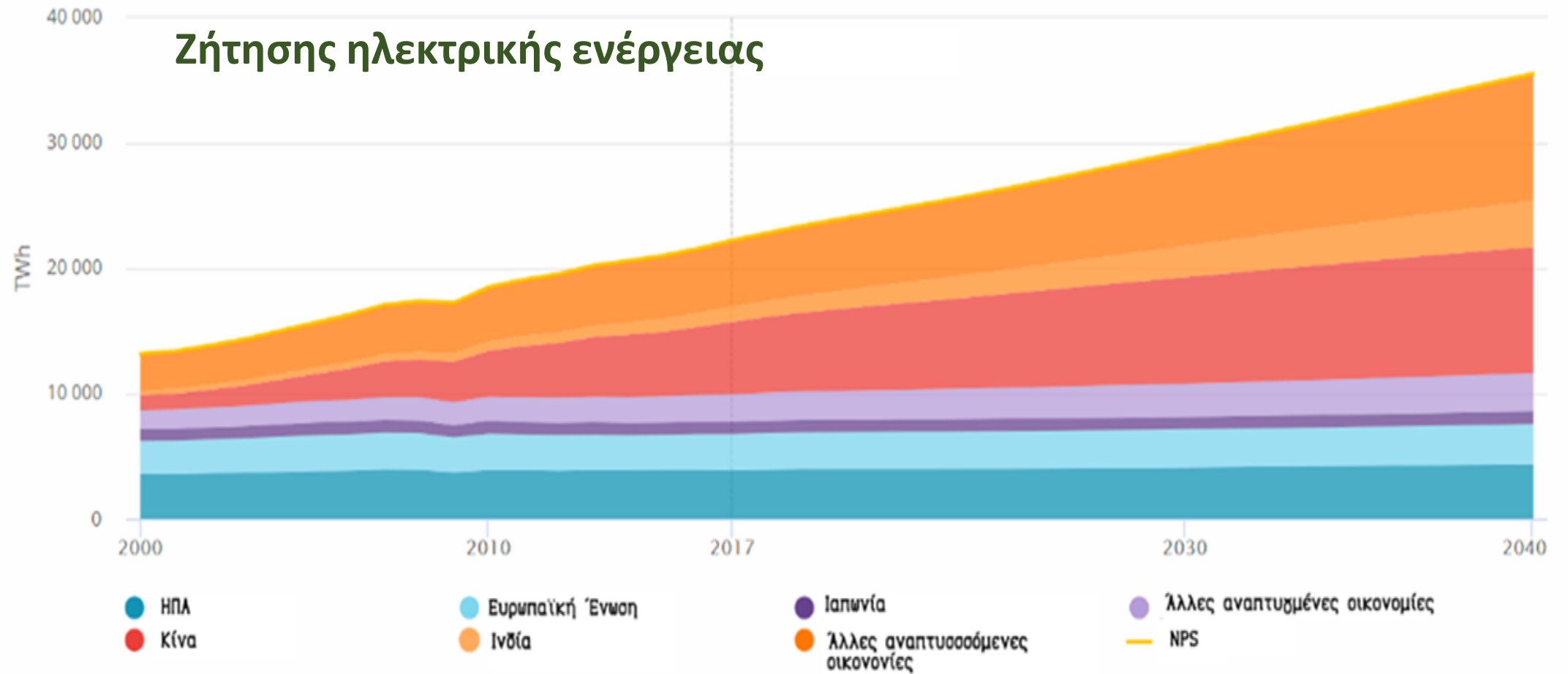
Εικόνα 2



**Συνεχής αύξηση του
παγκόσμιου
πληθυσμού και
αύξηση της ζήτησης
ηλεκτρικής
ενέργειας**

**Τα αποθέματα
ορυκτών καυσίμων
εξαντλούνται**



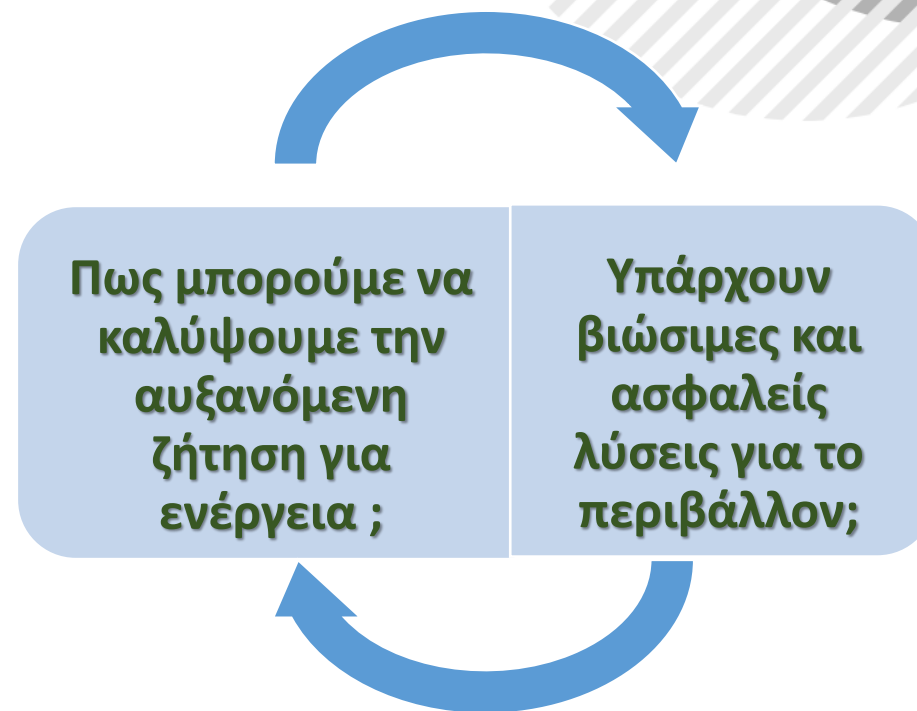


IEA, 20q8, <https://www.iea.org/weo2018/electricity>

IEA. All rights reserved.
Historical | New Policies Scenario



Ανάγκη αξιοποίησης άλλων μορφών ενέργειας. Οι σύγχρονες κοινωνίες αναζητούν λύσεις στο ενεργειακό ζήτημα.



Η αξιοποίηση της πυρηνικής ενέργειας ή των ανανεώσιμων πηγών μπορεί, εντέλει, να καλύψει αποτελεσματικά τις προκλήσεις που αντιμετωπίζει η παγκόσμια κοινότητα;

Ορολογίες

- Οι προσπάθειες της ανθρωπότητας πρέπει να τείνουν στο να επιτύχουν αυτό που θα λέγαμε «αιιφόρα ανάπτυξη» ή βιώσιμη ανάπτυξη.
- Σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή, η Γη, ως σύνολο αλλά και με τις επιμέρους περιοχές της, έχει περιορισμένη δυνατότητα να στηρίζει τις διάφορες μορφές ζωής, περιλαμβανομένου και του ανθρώπου.
- **Μια αιιφόρα κοινωνία** ρυθμίζει έτσι την οικονομία της και το μέγεθος του πληθυσμού της, ώστε να μην υπερβαίνει τις δυνατότητες που έχει ο πλανήτης για να απορροφά τις ζημιές που προκαλούνται στο περιβάλλον, να ξαναδημιουργεί τους πόρους του και να υποστηρίζει τη ζωή για χιλιάδες χρόνια. Έτσι, οι ανάγκες του πληθυσμού μπορούν να ικανοποιούνται χωρίς να εξαντλείται το γήινο φυσικό κεφάλαιο και χωρίς να δημιουργείται κίνδυνος επιβίωσης της παρούσας και των μελλοντικών γενεών του ανθρώπου και των άλλων ειδών.

- **Ο όρος «βιωσιμότητα»** εννοείται, γενικά, ότι σημαίνει «ικανοποίηση των αναγκών του παρόντος χωρίς να διακυβεύεται η ικανότητα των μελλοντικών γενεών να ικανοποιούν τις δικές τους ανάγκες». **Στο πλαίσιο των ενεργειακών επιλογών, η έννοια της «βιωσιμότητας»** συνεπάγεται την ικανότητα να παρέχει ενέργεια για απεριόριστα μακρές χρονικές περιόδους (δηλαδή, σε πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα) χωρίς να τη στερεί από τις μελλοντικές γενιές και με τρόπο φιλικό προς το περιβάλλον, οικονομικά βιώσιμη, ασφαλής και ικανή να παραδοθεί αξιόπιστα.



➤ *Μπορείτε να δώσετε μία σύντομη περιγραφή των προκλήσεων που αντιμετωπίζει ο πλανήτης σχετικά με την ενέργεια και καθιστούν την εξεύρεση λύσεων για το ενεργειακό ζήτημα επιτακτική ανάγκη;*



Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) ή οι ήπιες μορφές ενέργειας, οι νέες πηγές ενέργειας ή η πράσινη ενέργεια – είναι οι μη ορυκτές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, δηλαδή η αιολική, η ηλιακή και η γεωθερμική ενέργεια, η ενέργεια κυμάτων, η παλιρροϊκή ενέργεια, η υδραυλική ενέργεια, η ενέργεια βιομάζας και τα αέρια τα εκλυόμενα από χώρους υγειονομικής ταφής και από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού.

Αναλυτική περιγραφή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Φωτοβολταϊκά



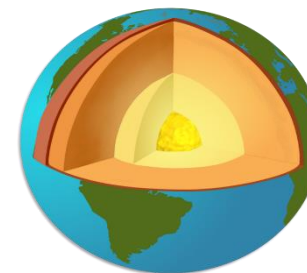
Αιολικά Πάρκα

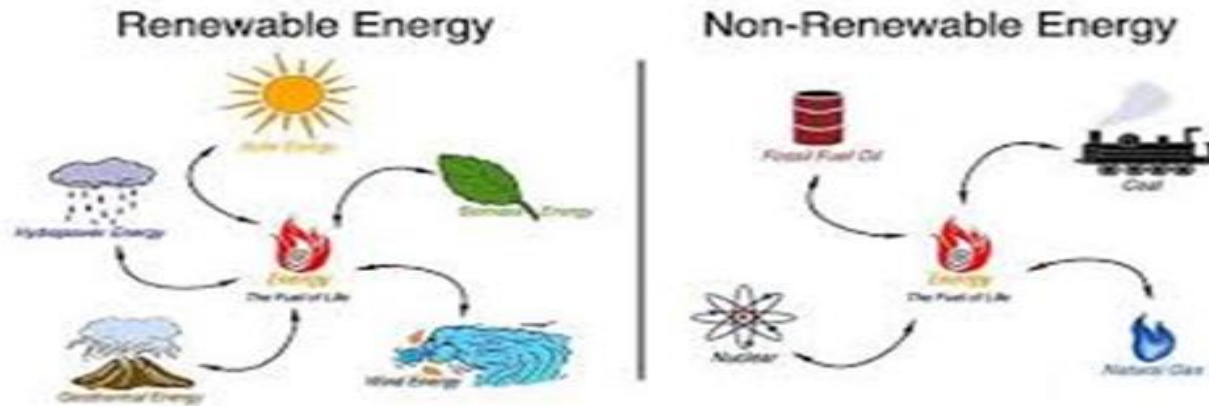


Βιομάζα



Γεωθερμία





Εναλλακτικές μορφές ενέργειας ή οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Η ανανεώσιμη ενέργεια προέρχεται από μια φυσική πηγή και αναπληρώνεται φυσικά, χωρίς την ανθρώπινη παρέμβαση.

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας δε ρυπαίνουν το περιβάλλον και συμβάλλουν ελάχιστα στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, ενώ μπορούν να αξιοποιηθούν σε σχεδόν όλες τις χώρες, και να συμβάλλουν στην τόνωση της τοπικής οικονομίας (νέες θέσεις εργασίας, απεξάρτηση από εισαγωγή ορυκτών καυσίμων).

Όταν αναφερόμαστε σε εναλλακτικές μορφές ενέργειας, δεν αναφερόμαστε μόνο στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αλλά και σε άλλες μορφές, όπως στην πυρηνική ή το υδρογόνο, που δεν αναπληρώνονται φυσικά, αλλά ρυπαίνουν λιγότερο.

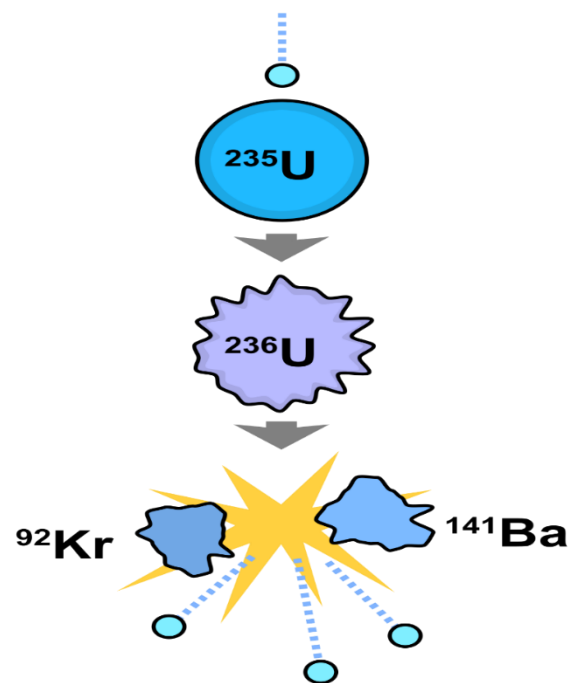
Μπορούν οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας να αντικαταστήσουν τα ορυκτά καύσιμα ;



- *Ποιες πηγές ενέργειας αξιοποιούνται εδώ και εκατοντάδες χρόνια ;*
- *Ποιες θεωρούνται ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) ;*
- *Μπορείτε να καταγράψετε με συντομία πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των ΑΠΕ ;*



Τι είναι η πυρηνική ενέργεια και πώς λειτουργεί ;



Ραδιενεργά απόβλητα: Είναι τα εναπομείναντα «άχρηστα» προϊόντα που προκαλούνται από ανθρώπινες δραστηριότητες με ραδιενεργά υλικά.

Διαφορά των πυρηνικών αποβλήτων από τα ραδιενεργά απόβλητα: Τα πυρηνικά απόβλητα είναι μια ειδική κατηγορία ραδιενεργών αποβλήτων και πρόκειται για το εναπομένον πυρηνικό καύσιμο (συνήθως ουράνιο και τα προϊόντα αυτού), το οποίο καθίσταται «άχρηστο» για τη λειτουργία ενός αντιδραστήρα. Τα πυρηνικά απόβλητα, λόγω της επικινδυνότητάς τους και της ανάγκης για ειδική μεταχείριση, αναφέρονται και αντιμετωπίζονται ξεχωριστά. Η διεθνώς αποδεκτή μέθοδος για την τελική διαχείριση των πυρηνικών αποβλήτων είναι η εναπόθεση σε μεγάλα γεωλογικά βάθη.



Η τελική διαχείριση των ραδιενεργών αποβλήτων μπορεί να γίνει με δύο τρόπους:

- Με αποδέσμευση στο περιβάλλον, εφόσον οι ραδιενεργές ουσίες έχουν εξασθενήσει σε τέτοιο βαθμό, ώστε να πληρούνται τα θεσμοθετημένα επίπεδα αποδέσμευσης. Τα επίπεδα αποδέσμευσης έχουν τεθεί με κριτήριο, ώστε οποιοδήποτε άτομο του πληθυσμού να μην δέχεται δόση ακτινοβολίας πάνω από 10 μSv (μικρο-Σίβερτ) ανά έτος από το σύνολο των απελευθερώσεων των ραδιενεργών ουσιών στο περιβάλλον. Στην κατηγορία αυτή εμπίπτουν, κυρίως, τα ιατρικά - νοσοκομειακά ραδιενεργά απόβλητα.
- Με διάθεση, δηλαδή με μόνιμη και οριστική εναπόθεση χωρίς πρόθεση επανάκτησης, σε εγκεκριμένη εγκατάσταση διάθεσης ραδιενεργών αποβλήτων.



Λόγοι για τους οποίους η πυρηνική ενέργεια είναι 'τρομερή' 3 Reasons Why Nuclear Energy Is Awesome!

Όμως ...

Μήπως οι φόβοι και ανασφάλειες για την χρήση της πυρηνικής
ενέργειας βλάπτουν το περιβάλλον ;



CC

- *Μπορείτε να καταγράψετε με συντομία πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της πυρηνικής ενέργειας ;*



„Ενεργειακό Ζήτημα: Πυρηνική Ενέργεια και Ανανεώσιμες Μορφές Ενέργειας”

Υλικό για Εκπαιδευτικούς

Μεθοδολογικές κατευθυντήριες γραμμές, σχέδιο μαθήματος και ενδεικτικές απαντήσεις στα φύλλα εργασίας

Το εκπαιδευτικό πακέτο: **Ενεργειακό Ζήτημα: Πυρηνική Ενέργεια και Ανανεώσιμες Μορφές Ενέργειας** αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του προγράμματος "Oxford Debates για την εκπαίδευση των νέων στις θετικές επιστήμες".

Αποτελεί βασικό υλικό, το οποίο διευκολύνει την επίτευξη των πρωταρχικών στόχων του έργου, συμπεριλαμβανομένης της καλλιέργειας των συλλογιστικών δεξιοτήτων και του ενδιαφέροντος για την εκπαίδευση STEM. Μια τέτοια στροφή είναι σημαντική για τους μαθητές και τις μαθήτριες, αφού στο μέλλον μπορεί να τους οδηγήσει σε επιτυχημένη επιστημονική σταδιοδρομία.

Κατά την προετοιμασία των μαθητών/τριών για τη συζήτηση, ιδιαίτερη έμφαση θα πρέπει να δοθεί στην ανάπτυξη δεξιοτήτων, όπως της επικοινωνιακής επάρκειας, της επιχειρηματολογίας και της δημόσιας ομιλίας. Οι μαθητές θα πρέπει να βελτιώσουν την ικανότητα να πείθουν αποτελεσματικά, να σκέφτονται και να υποστηρίζουν την άποψή τους με τον κατάλληλο τρόπο, και, αντίστοιχα, να μιλούν σωστά. Η σύνθεση κειμένων, η χρήση ρητορικών μέσων σε προφορικές δηλώσεις, σύμφωνα με τους κανόνες της μητρικής γλωσσικής κουλτούρας, η ερμηνεία κειμένων, η δημόσια ομιλία και παρουσίαση προφορικών κειμένων, οι συζητήσεις και οι διαπραγματεύσεις είναι ζητήματα εξίσου μεγάλης σημασίας.

Για την επίτευξη των προαναφερθέντων στόχων, η εφαρμογή των θεματικών εκπαιδευτικών οδηγιών θα πρέπει να ακολουθήσει τη διεξαγωγή μαθημάτων, τα οποία είναι αφιερωμένα στην προετοιμασία των μαθητών/τριών για τους αγώνες αντιλογίας (debates). Αυτό μπορεί να επιτευχθεί σε συνεννόηση με τους εκπαιδευτικούς άλλων μαθημάτων και τον/τους υπεύθυνους εκπαιδευτικούς για το πρόγραμμα. Η ανάπτυξη βασικών δεξιοτήτων επικοινωνίας μπορεί να συμπεριληφθεί στο πρόγραμμα εργασίας του εκπαιδευτικού της τάξης, και τα έτοιμα σχέδια μαθημάτων μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά τη διάρκεια τακτικών μαθημάτων. Βοηθητικά υλικά μπορούν να βρεθούν στα ακόλουθα έγγραφα:

1. **Πρακτικές ασκήσεις προθέρμανσης**– Παράρτημα Νο 2 στον [Εθνικό πλαίσιο εφαρμογής των Oxford Debates στη σχολική πράξη](#): Το παρόν έγγραφο περιλαμβάνει τις ακόλουθες ασκήσεις: ενεργή ακρόαση, δημόσια ομιλία και δεξιότητες αντιλογίας.
2. **Σχέδια μαθημάτων που αποσκοπούν στη γενική ανάπτυξη των δεξιοτήτων αντιλογίας**– Παράρτημα Νο 2 στον [Εθνικό πλαίσιο εφαρμογής των Oxford Debates στη σχολική πράξη](#). Το υλικό αυτό αποτελείται από επτά (7) σχέδια μαθημάτων, τα οποία που προετοίμασε η Δρ. Φωτεινή Εγγλέζου, πρόεδρος του Ελληνικού Ινστιτούτου Ρητορικών και Επικοινωνιακών Ερευνών. Τα σενάρια είναι ένας οδηγός για την παρούσα εργασία. Δεν είναι απαραίτητο να ακολουθηθούν όλα τα μαθήματα. Ο εκπαιδευτικός μπορεί να αποφασίσει ποια σενάρια (ή επιλεγμένα τμήματα τους) είναι πιο χρήσιμα για την εργασία με μια συγκεκριμένη ομάδα μαθητών. Το έγγραφο προσφέρει τα ακόλουθα σχέδια μαθήματος:
 1. Επικοινωνιακές δεξιότητες
 2. Διατύπωση επιστημονικών επιχειρημάτων / Εκφράστε το επιστημονικό σας επιχειρήμα, όχι τη γνώμη σας
 3. Δημιουργία έγκυρου επιστημονικού επιχειρήματος
 4. Αναζητώντας αποδείξεις
 5. Ενίσχυση των γλωσσικών δεξιοτήτων των μαθητών
 6. Αντίκρουση και διάψευση/ανασκευή
 7. Λογικές πλάνες

3. Μεθοδολογικός Οδηγός Odyssey-Oxford debates για Νέους στη Διδασκαλία των Θετικών Επιστημών (<https://odyssey.igf.edu.pl/wp-content/uploads/2019/11/O4-IN-GREEK.pdf>)

Το τελικό στάδιο της προετοιμασίας των αγώνων αντιλογίας που βασίζονται σε συγκεκριμένα εκπαιδευτικά πακέτα είναι η εξοικείωση των μαθητών με τις αρχές της αντιλογίας, οι οποίες περιγράφονται λεπτομερώς στο προαναφερθέν έγγραφο.

Ενεργειακό Ζήτημα: Πυρηνική Ενέργεια και Ανανεώσιμες Μορφές Ενέργειας

Το εκπαιδευτικό πακέτο: «Ενεργειακό Ζήτημα: Πυρηνική Ενέργεια και Ανανεώσιμες Μορφές Ενέργειας» αποτελείται από τα ακόλουθα στοιχεία:

- Παρουσίαση πολυμέσων (<https://youtu.be/86Lg1AcDcwk>)
- Αρχείο βίντεο (εγγραφή/παρουσίαση) με βάση την παρουσίαση
- Ένεργειακό Ζήτημα: Πυρηνική Ενέργεια και Ανανεώσιμες Μορφές Ενέργειας - υλικό για τους μαθητές
- Φύλλα εργασίας (το ίδιο για όλα τα πακέτα)
- Ένεργειακό Ζήτημα: Πυρηνική Ενέργεια και Ανανεώσιμες Μορφές Ενέργειας - υλικό για τον εκπαιδευτικό (με προτεινόμενες ενδεικτικές απαντήσεις).

Το εκπαιδευτικό πακέτο συνιστάται να εφαρμοστεί κατά τη διάρκεια τουλάχιστον τριών διδακτικών ωρών/μαθημάτων.

Η χρήση και το κόστος της ενέργειας επηρεάζουν τον κάθε άνθρωπο στην καθημερινή ζωή του. Πολλά σχετικά θέματα προκύπτουν από τη χρήση της ενέργειας, όπως οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, η όξινη βροχή και η κλιματική αλλαγή. Ένα από τα πιο σημαντικά θέματα είναι ότι οι οικονομίες των κρατών, παγκοσμίως, χρησιμοποιούν μη ανανεώσιμες μορφές ενέργειας (ορυκτά καύσιμα) σε υψηλό ποσοστό. Παρόλα αυτά, η εξάρτηση από την εξάντληση των αποθεμάτων ορυκτών καυσίμων, λόγω των διαρκώς αυξανόμενων ενεργειακών αναγκών, θέτει, επιτακτικά, την ανάγκη αξιοποίησης άλλων μορφών ενέργειας. Οι σύγχρονες κοινωνίες αναζητούν λύσεις στο ενεργειακό ζήτημα, οι οποίες, αφενός, καλύπτουν τις ενεργειακές ανάγκες του παγκόσμιου πληθυσμού και, αφετέρου, είναι βιώσιμες και ασφαλείς για το περιβάλλον.

Στον εκπαιδευτικό οδηγό Ενεργειακό Ζήτημα. Πυρηνική Ενέργεια και Ανανεώσιμες Μορφές Ενέργειας οι μαθητές καλούνται να αποφασίσουν, αν η αξιοποίηση της πυρηνικής ενέργειας ή των ανανεώσιμων πηγών μπορεί, εντέλει, να καλύψει αποτελεσματικά τις προκλήσεις που αντιμετωπίζει η παγκόσμια κοινότητα. Συγκεκριμένα, αναφερόμαστε σε προκλήσεις, όπως στην αυξανόμενη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας, την αειφορία και βιωσιμότητα της Γης και στους περιβαλλοντικούς κινδύνους που απορρέουν, διατυπώνοντας τα αντίστοιχα επιχειρήματα υπέρ ή κατά σε κάθε περίπτωση, μετά τη διερεύνηση και μελέτη του θέματος.

Οι αποφάσεις τους για το επίκαιρο ενεργειακό ζήτημα, που συνδέεται με τις πολλές προκλήσεις που βιώνει ο σύγχρονος κόσμος, όπως η αυξανόμενη ζήτηση της ηλεκτρικής ενέργειας, η αειφορία/βιωσιμότητα του πλανήτη γη και οι περιβαλλοντικοί κίνδυνοι, θα πρέπει να τεκμηριωθούν διατυπώνοντας τα αντίστοιχα επιχειρήματα υπέρ ή κατά σε κάθε περίπτωση.

Με δεδομένο ότι: α) η ενότητα των μορφών ενέργειας περιλαμβάνεται στα σχολικά εγχειρίδια και τη διδακτέα ύλη της Φυσικής στις Β' & Γ' Γυμνασίου, Α' & Β' Λυκείου, β) η ηλεκτρική ενέργεια περιλαμβάνεται στην Ενότητα 3 του εγχειριδίου Φυσικής Γ' Γυμνασίου και στην Ενότητα 1.3 του εγχειριδίου Φυσικής Γενικής Παιδείας Β' Λυκείου, που ανήκουν στη διδακτέα ύλη ΑΠΣ, γ) στο Κεφάλαιο 9 της ΔΦΠ Α' Λυκείου, ο εκπαιδευτικός οδηγός μπορεί να εφαρμοστεί στις σχολικές τάξεις Γ' Γυμνασίου έως και Β' Λυκείου στο πλαίσιο: α) καινοτόμων δράσεων και δραστηριοτήτων για τα μαθήματα των θετικών επιστημών, β) ομίλων, γ) περιβαλλοντικών προγραμμάτων των σχολικών δραστηριοτήτων, που προτείνονται από το Υπουργείο Παιδείας, (ενδεικτικά βλ. <http://bit.ly/2IF7AVq>) και δ) των δημιουργικών ερευνητικών εργασιών των Α' & Β' Λυκείου, που είναι ενσωματωμένες στο ωρολόγιο εβδομαδιαίο σχολικό πρόγραμμα.

Μάθημα 1. Εισαγωγή στο Ενεργειακό Ζήτημα :

Ο βασικός στόχος είναι να εισάγει τους μαθητές στο θέμα του ενεργειακού ζητήματος και την ανάγκη που υπάρχει στον σύγχρονο κόσμο για την επίλυσή του.

Με τη βοήθεια του εποπτικού υλικού (κατά περίπτωση και τάξη) του εκπαιδευτικού οδηγού Ενεργειακό Ζήτημα: Πυρηνική Ενέργεια και Ανανεώσιμες μορφές ενέργειας οι μαθητές/τριες, αναμένεται:

- να γνωρίσουν τη σημασία της ενέργειας στην καθημερινή μας ζωή, τι είναι η πυρηνική ενέργεια και πώς λειτουργεί, ποιες είναι οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας,
- να επικεντρωθούν στους τρόπους που η παραγωγή ενέργειας συμβάλλει στην κλιματική αλλαγή και στους τρόπους που οι ανανεώσιμες πηγές μπορούν να αντικαταστήσουν τα ορυκτά καύσιμα
- και παράλληλα να γνωρίσουν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα από τη χρήση της πυρηνικής ενέργειας και των ανανεώσιμων πηγών ενεργειας.

Επιπρόσθετα, οι μαθητές/τριες θα προσεγγίσουν τις δυνατότητες που υπάρχουν για χρήση της πυρηνικής ενέργειας, ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι αρνητικές επιδράσεις της.

Τέλος, οι μαθητές/τριες θα προβληματιστούν για το αν η αξιοποίηση της πυρηνικής ενέργειας ή των ανανεώσιμων πηγών μπορεί, εντέλει, να καλύψει αποτελεσματικά τις προκλήσεις που αντιμετωπίζει η παγκόσμια κοινότητα στην παραγωγή ενέργειας.

Μάθημα 2. „Η αξιοποίηση της πυρηνικής ενέργειας είναι η μόνη λύση για την αντιμετώπιση του ενεργειακού προβλήματος” / επιχειρήματα υπέρ και κατά του θέματος

Σκοπός του δεύτερου μαθήματος είναι οι μαθητές/τριες να σχηματίσουν όσα επιχειρήματα είναι δυνατόν (υπέρ και κατά του θέματος), τα οποία θα χρησιμοποιηθούν στη διάρκεια του αγώνα αντιλογίας, ανακεφαλαιώνοντας την εργασία που έγινε με τον εκπαιδευτικό οδηγό.

Σχέδιο μαθήματος

1. Οργανωτικά θέματα, έλεγχος της λίστας παρουσιών, εξοικείωση με το θέμα και τους στόχους του μαθήματος [5 λ].
2. Προετοιμασία επιχειρημάτων: Ο δάσκαλος χωρίζει την τάξη σε ομάδες των δύο. Κάθε ομάδα λαμβάνει **16 κάρτες ερωτήσεων** (διαθέσιμες στο εκπαιδευτικό υλικό για το μαθητή) και 2 αντίγραφα του φύλλου εργασίας 1. Με βάση τα ερωτήματα, οι μαθητές διατυπώνουν επιχειρήματα για την παρουσίαση/υποστήριξη της θέσης τους, κατά της θέσης και επιχειρήματα που είναι συζητήσιμα και μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην αντιλογία και από τα δύο μέρη. Οι μαθητές συνεργάζονται, αλλά ο κάθε μαθητής συμπληρώνει ξεχωριστά το φύλλο εργασίας του. Υπάρχουν ενδεικτικές απαντήσεις για το φύλλο εργασίας 1 στο υλικό του καθηγητή (στο παρόν αρχείο) [25 λ].
3. Ομάδες: συγκροτούνται οι ομάδες λόγου και αντιλόγου (υπέρ και κατά) [**10 λ**].

Η επιλογή ομάδας μπορεί να γίνει με δύο διαφορετικούς τρόπους, με τον καθένα από αυτούς να παρουσιάζει τόσο πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.

α) Οι μαθητές δηλώνουν ποια επιχειρήματα είναι πιο κοντά στις πεποιθήσεις τους. Ο δάσκαλος χωρίζει την τάξη σε ομάδες (η κάθε μία με παρόμοιο αριθμό μαθητών) με τον τρόπο που αντικατοπτρίζει τις πεποιθήσεις τους.

β) Η δεύτερη μέθοδος προϋποθέτει μια διαίρεση παρόμοια με την παραπάνω, με τη διαφορά ότι τελικά η ομάδα που αποτελείται από τους υποστηρικτές μιας δεδομένης θέσης γίνεται η "αντίπαλη" ομάδα (θέση Κατά), ενώ οι αντίπαλοι της μιας θέσης γίνονται η ομάδα της "Θέσης Υπέρ". Οι υποστηρικτές μιας τέτοιας διαίρεσης υποθέτουν ότι διδάσκει τους συμμετέχοντες της συζήτησης να χρησιμοποιούν επιχειρήματα που βασίζονται σε



μεγαλύτερο βαθμό σε γεγονότα/δεδομένα, και λιγότερο στα συναισθήματα. Εναλλακτικά, η διαίρεση σε ομάδες μπορεί επίσης να γίνει τυχαία.

Τέλος, η επιλογή της ομάδας μπορεί επίσης να γίνει από τον δάσκαλο με υποκειμενικό τρόπο, εξασφαλίζοντας ότι κάθε ομάδα έχει τόσο τους ηγέτες όσο και τους μαθητές που χρειάζονται περισσότερη βοήθεια, έτσι ώστε και οι δύο ομάδες να έχουν παρόμοιες "δυνατότητες νίκης". Για να εξοικονομηθεί χρόνος για το τμήμα, ο δάσκαλος μπορεί να κάνει την επιλογή των ομάδων στην αρχή του μαθήματος, για παράδειγμα με τη διανομή των φύλλων εργασίας 1 στους μαθητές, τυπωμένων σε φύλλα διαφορετικού χρώματος ή με κάποιο αντίστοιχο τρόπο.

1. Ο δάσκαλος διανέμει τα φύλλα εργασίας 2 στους μαθητές (ένα για κάθε μαθητή) και εξηγεί την εργασία. Ένα παράδειγμα συμπληρωμένης εργασίας είναι διαθέσιμο παρακάτω (στο υλικό του καθηγητή).
2. Οι μαθητές σε κάθε ομάδα διαβάζουν έτοιμα επιχειρήματα σύμφωνα με την ανάθεση σε μια δεδομένη ομάδα. Κάθε μαθητής /τρια λαμβάνει 1 επιχείρημα, το οποίο αυτός/ αυτή θα αναπτύξει (ως εργασία) σύμφωνα με τις κατευθυντήριες γραμμές στο φύλλο εργασίας 2.
3. Επίσης, κάθε ομάδα ορίζει 3 άτομα, που θα παρουσιάσουν τα επιχειρήματα που εκπονήθηκαν από ολόκληρη την ομάδα. Οι μαθητές αποφασίζουν τη σειρά των ομιλιών τους. Κατά τη διάρκεια της αντιλογίας, άλλα μέλη της ομάδας που δεν έχουν εμπλακεί στην αντιλογία, συμπληρώνουν το φύλλο εργασίας.
4. Περίληψη του μαθήματος, αξιολόγηση της εργασίας των μαθητών [5 λεπτά].

Μάθημα 3. Αγώνας αντιλογίας / Debate

Κατά τη διάρκεια του τελευταίου μαθήματος, οι ομάδες διεξάγουν την αντιλογία σύμφωνα με τις κατευθυντήριες γραμμές που περιέχονται στον Μεθοδολογικό Οδηγό Odyssey-Oxford debates για Νέους στη Διδασκαλία των Θετικών Επιστημών (<https://odyssey.igf.edu.pl/wp-content/uploads/2019/11/O4-IN-GREEK.pdf>)

Χρειάζονται συνολικά 45 λεπτά για να διεξαχθεί ένας πλήρης αγώνας αντιλογίας. Κατά τη διάρκεια του αγώνα, ο εκπαιδευτικός δεν σχολιάζει τα επιχειρήματα ή δεν αναφέρει τις πιθανές λογικές πλάνες στις οποίες μπορεί και να υποπέσουν οι μαθητές.

Κατά την εξάσκηση ενός αγώνα αντιλογίας θα πρέπει να διαρθρωθεί ως εξής:

1. Έναρξη της αντιλογίας από τον συντονιστή/πρόεδρο [3 λεπτά].
2. Αρχική ψηφοφορία από το ακροατήριο [2 λεπτά].
3. 1^{ος}/η Ομιλητής-Ερευνητής της ομάδας Α: Ομιλία τοποθέτησης [4 λεπτά].
4. 1^{ος}/η Ομιλητής-Ερευνητής της ομάδας Β: Ομιλία τοποθέτησης [4 λεπτά].
5. Διασταυρούμενες απόψεις μεταξύ των ομιλητών-ερευνητών (1) των δύο ερευνητικών ομάδων [3 λεπτά].
6. 2^{ος}/η Ομιλητής-Ερευνητής της ομάδας Α: Ομιλία αντίκρουσης [4 λεπτά].
7. 2^{ος} /η Ομιλητής-Ερευνητής της ομάδας Β: Ομιλία αντίκρουσης [4 λεπτά].
8. Διασταυρούμενες απόψεις μεταξύ των ομιλητών-ερευνητών (2) των δύο ερευνητικών ομάδων [3 λεπτά].
9. Χρόνος προετοιμασίας για την Περιληπτική Αντίκρουση και την Τελική Εστιασμένη Αντίκρουση [2 λεπτά].
10. 3^{ος}/η Ομιλητής-Ερευνητής της ομάδας Α: Περιληπτική Αντίκρουση [2 λεπτά].
11. 3^{ος}/η Ομιλητής-Ερευνητής της ομάδας Β: Περιληπτική Αντίκρουση [2 λεπτά].
12. Διασταυρούμενες απόψεις μεταξύ των ομιλητών-ερευνητών (1 & 2) των δύο ερευνητικών ομάδων [3 λεπτά].

13. 3^{ος}/η Ομιλητής-Ερευνητής της ομάδας Α: Τελική εστιασμένη αντίκρουση [2 λεπτά].
14. 3^{ος}/η Ομιλητής-Ερευνητής της ομάδας Β: Τελική εστιασμένη αντίκρουση [2 λεπτά].
15. Τελική ψηφοφορία από το ακροατήριο / Σύντομη γραπτή ανατροφοδότηση [3 λεπτά].
16. Παρουσίαση των αποτελεσμάτων από τον συντονιστή [2 λεπτά].

Εάν ο αγώνας αντιλογίας διεξάγεται κατά τη διάρκεια εξωσχολικών δραστηριοτήτων, τότε συνιστάται να αφιερώσετε- για παράδειγμα, 90 λεπτά για αυτή τη δραστηριότητα. Αυτό θα σας επιτρέψει να προετοιμάσετε την αίθουσα για τον αγώνα αντιλογίας, να θυμηθείτε τους κανόνες, να διεξάγετε τον αγώνα, να συζητήσετε την πορεία του και, τελικά, να αξιολογήσετε το έργο των μαθητών.

Όσον αφορά τις συνθήκες της τάξης, θα ήταν ιδανικό να διατεθούν δύο συνεχόμενες ώρες μαθήματος για τη διεξαγωγή του αγώνα αντιλογίας συζήτησης. Λαμβάνοντας υπόψη τις σχολικές συνθήκες, τις οργανωτικές δυσκολίες και την αδυναμία να αφιερωθούν πάρα πολλά μαθήματα στο περιεχόμενο που επεκτείνει το βασικό πρόγραμμα σπουδών, ο αγώνας αντιλογίας μπορεί να διεξαχθεί σε ένα μάθημα, με αυστηρή τήρηση των χρονικών ορίων. Σε αυτή την περίπτωση, συνιστάται κατά τη διάρκεια του επόμενου μαθήματος με την τάξη να διατεθούν επιπλέον 10 λεπτά, ώστε να γίνει συζήτηση αναφορικά με τον αγώνα αντιλογίας, επισημαίνοντας τα δυνατά σημεία και τα λάθη που έγιναν από τους συμμετέχοντες.

Σε αυτή τη μορφή, 6 μαθητές (3 από κάθε ομάδα) συμμετέχουν ενεργά στον αγώνα αντιλογίας. Ο δάσκαλος μπορεί, επίσης, να ορίσει έναν συντονιστή μεταξύ των μαθητών και έναν χρονο-μετρητή.

Οι υπόλοιποι μαθητές θα λάβουν τον αριθμό φύλλου εργασίας 3.

Καθήκον τους θα είναι να ακούσουν προσεκτικά τον αγώνα αντιλογίας και να σημειώσουν τα δυνατά σημεία και τους τομείς βελτίωσης της αντίπαλης ομάδας, και να δικαιολογήσουν την επιλογή τους. Το συμπληρωμένο φύλλο εργασίας 3, μπορεί να αποτελέσει τη βάση για την έκδοση βαθμού για τη δραστηριότητα στο μάθημα για τους μαθητές που δεν συμμετείχαν άμεσα στον αγώνα αντιλογίας, αλλά συμμετείχαν στην προετοιμασία του και ήταν ενεργοί παρατηρητές του.

Φύλλο εργασίας Νο 1 – Κατάταξη Ερωτήσεων και Ενδεικτικές Απαντήσεις

Ο εκπαιδευτικός οδηγός περιέχει μια σειρά ερωτήσεων με στόχο να βοηθηθούν οι μαθητές/τριες κατά την προετοιμασία των επιχειρημάτων για τη συζήτηση αναφορικά με το εξεταζόμενο θέμα. Με βάση αυτές τις ερωτήσεις, προετοιμάστε μια ομάδα επιχειρημάτων και ομαδοποιήστε τα σύμφωνα με το αν είναι ΥΠΕΡ του θέματος, ΚΑΤΑ του θέματος ή αν αυτά τα επιχειρήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν και από τις δύο ομάδες. Γράψτε τα επιχειρήματα στα αντίστοιχα μέρη του πίνακα.

ΥΠΕΡ	ΓΚΡΙΖΑ ΠΕΡΙΟΧΗ	ΚΑΤΑ
Γιατί η πυρηνική ενέργεια θεωρείται «καθαρή μορφή ενέργειας», που μπορεί να δώσει λύση στο ενεργειακό ζήτημα ; Σύμφωνα με τον Οργανισμό Πυρηνικής Ενέργειας του ΟΟΣΑ, η πυρηνική ενέργεια είναι η πλέον αποδοτική λύση για την επίτευξη του στόχου για μείωση των εκπομπών διοξειδίου άνθρακα, καθώς παράγονται μόλις 50 gCO₂ ανά kWh. Κάθε 22 τόνοι ουρανίου που χρησιμοποιούνται εξοικονομούν περίπου ένα εκατομμύριο τόνους CO₂ (βλ. ΚΠ.1, 15 & ΚΙ, 5). Θεωρείται ότι η πυρηνική ενέργεια είναι βιώσιμη λύση του ενεργειακού ζητήματος ; Η χρήση αντιδραστήρων σχάσης με ταχύτατα νετρόνια (που συνήθως ονομάζονται «γρήγοροι αντιδραστήρες») μετατρέπει το ουράνιο σε μια πραγματικά ανεξάντλητη πηγή ενέργειας, λόγω της ικανότητάς του να συλλέγει περίπου εκατό φορές περισσότερη ενέργεια από την ίδια ποσότητα ουρανίου που εξορύσσεται από το εμπορικά διαθέσιμο των θερμικών αντιδραστήρων που λειτουργούν με θερμικά νετρόνια (βλ. ΚΠ. 2, 3, 15 & ΚΙ. 3, 9)	Ποια επιστημονικά στοιχεία υπάρχουν σχετικά με την παραγωγή ενέργειας από πυρηνικούς σταθμούς και ΑΠΕ σε παγκόσμιο επίπεδο ; Η ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) έχει αυξηθεί σημαντικά (από 8,5 % το 2004 σε 17,0 % το 2016). Περίπου το 11% της παγκόσμιας ηλεκτρικής ενέργειας παράγεται από περίπου 450 πυρηνικούς αντιδραστήρες. Περίπου 60 ακόμη αντιδραστήρες είναι υπό κατασκευή, που αντιστοιχούν στο 15% περίπου της υφιστάμενης χωρητικότητας. Το 2017 οι πυρηνικές εγκαταστάσεις παρείχαν 2487 TWh ηλεκτρικής ενέργειας, από 2477 TWh το 2016 (ΚΠ.14) Ποια συγκριτικά επιστημονικά στοιχεία υπάρχουν σχετικά με την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από διάφορες πηγές ανανεώσιμης ενέργειας ; Η αιολική ενέργεια είναι το ταχύτερα αναπτυσσόμενο μέσο εναλλακτικής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τις αρχές του αιώνα. Η παγκόσμια δυναμικότητα παραγωγής αιολικής ενέργειας τετραπλασιάστηκε μεταξύ 1999 και 2005.	Γιατί τα πυρηνικά ατυχήματα θεωρούνται βασικός ανασταλτικός παράγοντας χρήσης της πυρηνικής ενέργειας ; -Οι επιπτώσεις στην υγεία των ανθρώπων από το χειρότερο πυρηνικό ατύχημα στον κόσμο, το Τσερνομπίλ της Ουκρανίας το 1986 καταγράφονται δραματικές. -Η απελευθέρωση της ακτινοβολίας από την κατάρρευση των πυρηνικών αντιδραστήρων του Fukushima 1 Daiichi, δημιούργησε μια νεκρή ζώνη γύρω από τους αντιδραστήρες που μπορεί να μην είναι ασφαλής για να κατοικηθεί για τις επόμενες δεκαετίες (ΚΠ.3,11). Η πυρηνική ενέργεια επιδρά αρνητικά στο περιβάλλον ; Υπάρχουν πολύ σημαντικά μειονεκτήματα της τεχνολογίας επιτόπιας έκπλυσης ουρανίου, που προέρχονται από τον κίνδυνο εξάπλωσης του υγρού έκπλυσης έξω από την εναπόθεση ουρανίου. Αυτό συνεπάγεται μεταγενέστερη μόλυνση των υπόγειων υδάτων και την αδυναμία αποκατάστασης των φυσικών συνθηκών των υπόγειων υδάτων μετά την ολοκλήρωση των εργασιών έκπλυσης (ΚΠ. 4).

Η «μεταβλητότητα» της ενέργειας των ΑΠΕ, που εξαρτάται από περιβαλλοντικές συνθήκες, αποτελεί ένα πολύ σημαντικό μειονέκτημα. Συμφωνείτε ή διαφωνείτε; Αιτιολογήστε. Διαφωνώ, διότι οι τεχνολογίες αποθήκευσης ενέργειας που χρηματοδοτούνται μέσω επιδοτήσεων, αναπτύσσονται και επεκτείνονται, ώστε να βοηθούν στην αυξανόμενη ανάπτυξη «μεταβλητών» ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η αποθήκευση μιας συνεχώς αυξανόμενης ποσότητας καθαρών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο μέλλον αποτελεί πρόκληση για την διάσωση του πλανήτη από την κλιματική αλλαγή. Ενδεικτικά παραδείγματα : α) ηλιακές εγκαταστάσεις επικεντρώνουν τη θερμότητα του ήλιου για να αποθηκεύουν ενέργεια σε νερό, λιωμένα άλατα ή άλλα υγρά, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν ακόμα και μετά τη δύση του ήλιου, β) δυνατότητα δημιουργίας υδρογόνου από την αιολική ενέργεια και την αποθήκευσή του σε πύργους ανεμογεννητριών για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας όταν ο άνεμος δεν φυσάει, γ) η υδροηλεκτρική αποθήκευση με αντλία προσφέρει έναν τρόπο αποθήκευσης ενέργειας στο στάδιο μετάδοσης του δικτύου, αποθηκεύοντας υπερβολική παραγωγή για μεταγενέστερη χρήση (ΚΠ. 8, ΚΙ. 1,4,6,7). Ποια επιστημονικά στοιχεία υπάρχουν σχετικά με την αποθήκευση ενέργειας από ΑΠΕ, αλλά και την αποθήκευση των πυρηνικών αποβλήτων; Ποια πλεονεκτήματα προκύπτουν ;	Σε αντίθεση με την παραγωγή αιολικής και ηλιακής ενέργειας, το επιπλέον πλεονέκτημα για τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια είναι ότι έχουν σημαντική μηχανική αδράνεια, βοηθώντας στη σταθερότητα του δικτύου. Συγκεκριμένα, Τα σύγχρονα υδροηλεκτρικά εργοστάσια διαθέτουν το σημαντικό πλεονέκτημα να χειρίζονται εποχιακά (αλλά και καθημερινά) υψηλά φορτία αιχμής, καθώς οι υδροηλεκτρικές μονάδες παραγωγής ενέργειας μπορούν να περιορίσουν τη ροή του νερού μέσω των τουρμπινών, για να διαφοροποιήσουν την απόδοση. Η γεωθερμική ενέργεια μπορεί να αναδειχθεί σε μια γιγάντια, μόνιμη και αναξιοποίητη πηγή ενέργειας. (ΚΠ.16). Ποια συγκριτικά επιστημονικά στοιχεία υπάρχουν σχετικά με το κόστος ενέργειας από ΑΠΕ και πυρηνικούς σταθμούς ; -Το κόστος καυσίμων είναι χαμηλό για πυρηνικές και μηδενικό για πολλές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. -Τα έξοδα κεφαλαίου (συμπεριλαμβανομένου του κόστους διάθεσης αποβλήτων και παροπλισμού πυρηνικής ενέργειας) είναι μέτρια για τις αιολικές ανεμογεννήτριες και ηλιακές φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις (φωτοβολταϊκά), υψηλότερη για τα εργοστάσια άνθρακα και ακόμη υψηλότερα για τα πυρηνικά. -Προβλέπεται πτώση μέχρι το 2020 του κόστους κιλοβατώρας ηλεκτρικής ενέργειας από έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως οι υπεράκτιες	Υπάρχουν κίνδυνοι βιωσιμότητας της πυρηνικής ενέργειας ; Η αύξηση της εξόρυξης και παραγωγής ουρανίου δημιουργεί αβεβαιότητα για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών.Οι ανάγκες σε ουράνιο θα αυξηθούν τουλάχιστον κατά το ήμισυ τις δύο προσεχείς δεκαετίες, ίσως και να διπλασιαστούν, σύμφωνα με τις εκτιμήσεις, παράλληλα με την αύξηση του αριθμού των πυρηνικών εργοστασίων (ΚΠ.6). Ποια συγκριτικά στοιχεία υπάρχουν για το χρονικό διάστημα που απαιτείται για την λειτουργία των πυρηνικών σταθμών και των ΑΠΕ; Ποιο συμπέρασμα εξαγάγετε; Οι αιολικές και ηλιακές εγκαταστάσεις λαμβάνουν κατά μέσο όρο μόνο 2 έως 5 έτη, από τη φάση σχεδιασμού έως τη λειτουργία. Τα έργα ηλιακής φωτοβολταϊκής εγκατάστασης στην οροφή έχουν ένα χρονοδιάγραμμα μόνο 6 μηνών. Ένας πυρηνικός σταθμός ηλεκτροπαραγωγής 14-15 χρόνια. Αυτό σημαίνει ότι δεν υπάρχει άμεση λύση του ενεργειακού ζητήματος από την παραγωγή πυρηνικής ενέργειας και τα αέρια του θερμοκηπίου θα εξακολουθούν να απειλούν την υγεία των ανθρώπων (ΚΠ.7) Μπορούν οι μονάδες παραγωγής πυρηνικής ενέργειας να λειτουργήσουν ως προωθητές πολεμικών όπλων ; Στην "Εκτεταμένη Περίληψη της έκθεσής τους για την ενέργεια για το 2014", εκφράζεται η ανησυχία ότι η διάδοση των πυρηνικών όπλων αποτελεί εμπόδιο και κίνδυνο για την αυξανόμενη ανάπτυξη της πυρηνικής ενέργειας. Επιπρόσθετα, η πυρηνική ενέργεια εξελίσσεται ως υπερδύναμη της ναυσιπλοΐας με την κατασκευή γιγάντιων υπερσύγχρονων πολεμικών
--	--	--

-Μέθοδος αποθήκευσης ενέργειας πεπιεσμένου αέρα (CAES), άρα εξαγωγή ενέργειας σε δυσμενείς περιβαλλοντικές συνθήκες. -Η αμερικανική μονάδα δοκιμών απομόνωσης αποβλήτων (WIPP) κοντά στο Carlsbad του Νέου Μεξικού μπορεί να αποθηκεύσει εμπορικά πυρηνικά απόβλητα σε κρυστάλλινο αλάτι 2 χιλιομέτρων. Ο σχηματισμός άλατος εκτείνεται από το νότιο Νέο Μεξικό σε όλη τη βορειοανατολική κατεύθυνση προς το νοτιοδυτικό Κάνσας και αποτελεί ενδεικτικό παράδειγμα ότι θα μπορούσε εύκολα να φιλοξενήσει τα πυρηνικά απόβλητα ολόκληρου του κόσμου για τα επόμενα χίλια χρόνια. Η Φινλανδία προχωράει ακόμη περισσότερο στην εκσκαφή ενός μόνιμου αποθετηρίου σε υπόβαθρο γρανίτη 400 μέτρων κάτω από το Olkiluoto. Τα παραπάνω αποτελούν ενδεικτικά παραδείγματα για την μείωση των κινδύνων στο περιβάλλον και την υγεία από την αποθήκευση των πυρηνικών αποβλήτων σε βαρέλια. (ΚΙ.4, 7)	αιολικές εγκαταστάσεις, σε σημείο ίσο ή χαμηλότερο από τον ηλεκτρισμό από συμβατικές πηγές (ΚΠ.12). Ποια συγκριτικά επιστημονικά στοιχεία υπάρχουν σχετικά με την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας των διαφόρων πηγών ανανεώσιμης ενέργειας ; Η αιολική ενέργεια είναι το ταχύτερα αναπτυσσόμενο μέσο εναλλακτικής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τις αρχές του αιώνα. Η παγκόσμια δυναμικότητα παραγωγής αιολικής ενέργειας τετραπλασιάστηκε μεταξύ 1999 και 2005. Σε αντίθεση με την παραγωγή αιολικής και ηλιακής ενέργειας, το επιπλέον πλεονέκτημα για τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια είναι ότι έχουν σημαντική μηχανική αδράνεια, βοηθώντας στη σταθερότητα του δικτύου. Συγκεκριμένα, Τα σύγχρονα υδροηλεκτρικά εργοστάσια διαθέτουν το σημαντικό πλεονέκτημα να χειρίζονται εποχιακά (αλλά και καθημερινά) υψηλά φορτία αιχμής, καθώς οι υδροηλεκτρικές μονάδες παραγωγής ενέργειας μπορούν να περιορίσουν τη ροή του νερού μέσω των τουρμπινών, για να διαφοροποιήσουν την απόδοση. Η γεωθερμική ενέργεια μπορεί να αναδειχθεί σε μια γιγάντια, μόνιμη και αναξιοποίητη πηγή ενέργειας. (ΚΠ.9, 10,	πλοίων, μέσω ναυτικών πυρηνικών αντιδραστήρων (ΚΙ.2)
---	---	---

Φύλλο εργασίας Νο 2 – παραδείγματα επιχειρημάτων

Με βάση το υλικό που παρέχεται από τον/την εκπαιδευτικό, ετοιμάστε τα επιχειρήματα προς συζήτηση. Μία ομάδα μαθητών/τριών προετοιμάζει επιχειρήματα ΥΠΕΡ του θέματος και η άλλη ομάδα προετοιμάζει επιχειρήματα ΚΑΤΑ του θέματος. Χρησιμοποιήστε τις προτεινόμενες φόρμες καταγραφής των επιχειρημάτων.

ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑ 1^ο

Επιχείρημα	Προβλεπόμενες αντιρρήσεις της άλλης ομάδας	Απαντήσεις στις αντιρρήσεις
Η πυρηνική ενέργεια <u>είναι βιώσιμη λύση του ενεργειακού ζητήματος</u>, αλλά και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας λόγω της τεχνολογίας σχάσης νετρονίων. Συγκεκριμένα, υπάρχει η δυνατότητα, στους γρήγορους αντιδραστήρες να παράγεται περισσότερο σχάσιμο υλικό από όσο καταναλώνεται και να τροφοδοτείται η γη με <u>πυρηνική ενέργεια επ' αόριστον</u> (ΚΠ 1, 2)	Η αυξημένη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας σε συνδυασμό με την αυξημένη ζήτηση ουρανίου δεν καθιστά τη πυρηνική ενέργεια εφικτή λύση του ενεργειακού ζητήματος και είναι μη βιώσιμη πηγή ενέργειας, αφού η εναπόθεση ουρανίου στη γη είναι πεπερασμένη, σε αντίθεση με την ηλιακή και την αιολική ενέργεια. Μάλιστα, αυτό γίνεται πιο σαφές καθώς οι ανάγκες σε ουράνιο θα αυξηθούν κατά το ήμισυ τις δύο προσεχείς δεκαετίες, όπως καταγράφεται στην κοινή έκθεση για την αγορά ουρανίου, η οποία συντάχθηκε από την Υπηρεσία για την Πυρηνική Ενέργεια (ΑΕΝ) του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ) και τη Διεθνή Υπηρεσία Ατομικής Ενέργειας (ΙΑΕΑ). -Θα πρέπει να συνυπολογίσουμε ότι η ενέργεια που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές στην ΕΕ έχει αυξηθεί σημαντικά. Συγκεκριμένα, το μερίδιο της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές έχει σχεδόν διπλασιαστεί: από περίπου 8,5 % το	Στο «Σενάριο Αειφόρου Ανάπτυξης» του ΟΑΣΑ, το οποίο είναι συνεπές με την παροχή καθαρής και αξιόπιστης ενέργειας και τη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, μεταξύ άλλων στόχων, αναφέρεται ότι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τα πυρηνικά αυξάνεται σχεδόν κατά 90% (από 2040 σε 4960 TWh και η χωρητικότητα αυξάνεται στα 678 Gwe) Επίσης, το πρόγραμμα Harmony προτείνει την προσθήκη 1000 GWe νέας πυρηνικής χωρητικότητας έως το 2050, ώστε να παραχθεί το 25% περίπου της ηλεκτρικής ενέργειας. Δεκατρείς χώρες το 2017 παράγαγαν τουλάχιστον το ένα τέταρτο της ηλεκτρικής τους ενέργειας από πυρηνικά. Περίπου 30 χώρες εξετάζουν, προγραμματίζουν ή ξεκινούν προγράμματα

	2004 σε 17,0 % το 2016. Η θετική αυτή εξέλιξη ήταν αποτέλεσμα των νομικώς δεσμευτικών στόχων για αύξηση του μεριδίου της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, οι οποίοι τέθηκαν σε εφαρμογή με την οδηγία 2009/28/EK. Με άλλα λόγια, η ΕΕ μέσω νομικών δεσμεύσεων προωθεί τη χρήση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. (ΚΠ 6, 16, ΚΙ.1)	πυρηνικής ενέργειας για την αυξημένη κάλυψη των αναγκών ενέργειας (το Μπαγκλαντές, η Λευκορωσία, η Τουρκία και τα Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα κατασκευάζουν τα πρώτα τους πυρηνικά εργοστάσια) Τέλος, η πυρηνική ενέργεια προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα για το κλίμα και το κόστος, λαμβάνοντας υπόψη τους παράγοντες υψηλής δυναμικότητας και την εξαιρετικά μεγάλη διάρκεια ζωής των πυρηνικών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής (60 έτη και περισσότερο για μονάδες νέας γενιάς) και το χαμηλό αποτύπωμα άνθρακά τους. Για παράδειγμα, η μέση εκπομπή αερίων θερμοκηπίου κύκλου ζωής για έναν πυρηνικό σταθμό ηλεκτροπαραγωγής είναι σχεδόν το 1 τέταρτο της συνολικής εκπομπής ενός ηλιακού σταθμού. Για την ίδια εγκατεστημένη ισχύ, η πραγματική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ένα πυρηνικό εργοστάσιο είναι περισσότερο από τριπλάσια από εκείνη της ηλιακής εγκατάστασης. Ακόμη και όσον αφορά την απαίτηση γης, ένας πυρηνικός σταθμός ηλεκτροπαραγωγής, με την υψηλή ενεργειακή του πυκνότητα, καταλαμβάνει 20 φορές λιγότερη έκταση από αυτήν που
--	--	---

		απαιτείται για μια ηλιακή εγκατάσταση της ίδιας εγκατεστημένης ισχύος. (ΚΠ 14, 15).
--	--	--

ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑ 2^ο.

Επιχείρημα	Προβλεπόμενες αντιρρήσεις της άλλης ομάδας	Απαντήσεις στις αντιρρήσεις
<u>Η πυρηνική ενέργεια είναι καθαρή και αξιόπιστη πηγή ενέργειας</u>, καθώς από τη μία η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τον πυρηνικό σταθμό ηλεκτροπαραγωγής εκπέμπει τις λιγότερες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου, τα οποία είναι υπεύθυνα για την υπερθέρμανση του πλανήτη. Από την άλλη, οι μονάδες πυρηνικής ενέργειας μπορούν να παράγουν ενέργεια, συνεχώς, για αρκετούς μήνες χωρίς διακοπή (χαρακτηριστικό ρεκόρ λειτουργίας το Heysham II του World Nuclear News (WNN), στο Ηνωμένο Βασίλειο, όπου λειτούργησε, χωρίς να χρειαστεί να ανεφοδιαστεί με ρεκόρ για 940 ημέρες, το 2016). (ΚΠ 1, 2)	Το μεγάλο χρονικό διάστημα για τη λειτουργία των πυρηνικών σταθμών, αλλά και η μεγάλη χρονική περίοδος μεταξύ προγραμματισμού και λειτουργίας των πυρηνικών αντιδραστήρων συνεπάγεται ότι η πυρηνική ενέργεια δεν μπορεί να προσφέρει άμεση λύση για τη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Οι δυσμενείς περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκαλεί η πυρηνική ενέργεια, για παράδειγμα από την μέθοδο της έκλυσης για την εξόρυξη του ουρανίου, έχει ως αποτέλεσμα να μην θεωρείται «καθαρή λύση» του ενεργειακού ζητήματος, αλλά αντίθετα, να αποτελεί εχθρό του περιβάλλοντος. (ΚΠ 4, 7, 13)	Η πυρηνική ενέργεια έχει μακράν τον υψηλότερο συντελεστή χωρητικότητας σε σχέση με οποιαδήποτε άλλη πηγή ενέργειας. Αυτό, βασικά, σημαίνει ότι οι πυρηνικοί σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής παράγουν μέγιστη ισχύ πάνω από το 92% του χρόνου κατά τη διάρκεια του έτους. Οι μονάδες πυρηνικής ενέργειας χρησιμοποιούνται, συνήθως, συχνότερα, επειδή χρειάζονται λιγότερη συντήρηση και έχουν σχεδιαστεί για να λειτουργούν για μεγαλύτερες περιόδους πριν από τον ανεφοδιασμό (συνήθως κάθε 1,5 ή 2 χρόνια). -Οι μέθοδοι διαχείρισης ραδιενεργών αποβλήτων (για παράδειγμα. το έργο Yucca Mountain, σύμφωνα με περιβαλλοντικές μελέτες είναι ένα σημαντικό αποθετήριο), θα

		μπορούσαν να προστατεύσουν με ασφάλεια τις μελλοντικές γενιές. -Η λειτουργία του ηλεκτρικού δικτύου τίθεται σε κίνδυνο, λόγω των απρόσμενων περιβαλλοντικών αλλαγών, που επηρεάζουν τα μέγιστα την παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ (έλλειψη ηλιοφάνειας-φωτοβολταϊκά πάνελ, λειψυδρία-υδροϋλεκτρικά εργοστάσια, άπνοια-ανεμογεννήτριες κ.λπ.). Αντίθετα, τα πυρηνικά εργοστάσια είναι αξιόπιστα και δεν επηρεάζονται από αστάθμητους περιβαλλοντικούς παράγοντες. -Η υδροηλεκτρική ενέργεια, χρησιμοποιώντας τη δυνητική ενέργεια των ποταμών, κατατάσσεται σε υψίστης σημασίας μέσο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, αλλά προκαλεί πολλά περιβαλλοντικά προβλήματα. Για παράδειγμα, αναφέρουμε την απώλεια χερσαίων οικοτόπων μέσω πλημμυρών. (ΚΠ 5, 8)
--	--	---

ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑ 3^ο.

Επιχείρημα	Προβλεπόμενες αντιρρήσεις της άλλης ομάδας	Απαντήσεις στις αντιρρήσεις
Η πυρηνική ενέργεια είναι μια από τις ασφαλέστερες μορφές παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για το περιβάλλον και την υγεία. Όπως και σε όλες τις άλλες βιομηχανίες, οι πυρηνικές εγκαταστάσεις έχουν σχεδιαστεί έτσι, ώστε να ελαχιστοποιούν τη δυνατότητα ατυχημάτων και να αποφεύγουν τυχόν συνέπειες, εάν συμβούν (ΚΠ 8)	Η πυρηνική ενέργεια δεν είναι ασφαλής μορφή ενέργειας, καθώς υπήρξαν τρία μεγάλα ατυχήματα - το νησί Three Mile, το Τσερνομπίλ και η Φουκουσίμα με ανυπολόγιστες ζημιές για το περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία (ΚΠ 3, 11)	-Ο κίνδυνος ατυχημάτων είναι χαμηλός και μειώνεται, λόγω των συνεχών δοκιμών ασφαλείας και βελτιώσεων. -Υπάρχουν νέα συστήματα διαχείρισης των πυρηνικών αποβλήτων, για παράδειγμα αμερικανική μονάδα δοκιμών απομόνωσης αποβλήτων (WIPP) κοντά στο Carlsbad του Νέου Μεξικού. - Τα τελευταία 100 χρόνια έχουν συμβεί πολλές καταστροφικές πλημμύρες από υδροηλεκτρικά εργοστάσια παραγωγής ενέργειας, για παράδειγμα το Sobradinho της Βραζιλίας. Ο περιβαλλοντικός και οικονομικός αντίκτυπος της οικοδόμησης ενός υδροηλεκτρικού σταθμού σε έναν τοπικό ποταμό μπορεί να είναι καταστροφικός. -Η πυρηνική ενέργεια είναι πηγή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας χαμηλής περιεκτικότητας σε άνθρακα, ώστε να προστατεύει την υγεία των ανθρώπων από ρυπογόνες ουσίες. (ΚΠ 1, 2, 5, 8 15, ΚΙ.3)

Φύλλο εργασίας Νο 3

Όνομα-Επώνυμο:..... Τάξη..... Ομάδα: ΥΠΕΡ/ΚΑΤΑ

Κατά τη διάρκεια του αγώνα αντιλογίας, άκουσε και παρατήρησε προσεκτικά τις ομιλίες των παικτών της άλλης ομάδας. Στη συνέχεια, αξιολόγησε ποια ομιλία σε έπεισε περισσότερο και ποια σημεία της ομιλίας των αντιπάλων θα πρέπει να βελτιωθούν.

1. Αναφορικά με την επιχειρηματολογία (π.χ. ποιότητα των παρουσιαζόμενων επιχειρημάτων, αξιοπιστία των δεδομένων και των επιστημονικών αποδείξεων) της αντίπαλης ομάδας, πείστηκα περισσότερο από τον/την ομιλητή/τρια Νο.

Δικαιολόγηση:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Σε ό,τι αφορά το ύφος της παρουσίασης και επικοινωνίας με το ακροατήριο (π.χ. αυτοπεποίθηση, πειστικότητα, αυθεντικότητα και δυναμικότητα της παρουσίασης, μετριοπαθής χρήση χειρονομιών, ενδεδειγμένη φωνητική ποικιλία, χρήση χιούμορ, φιλική και επαγγελματική προσέγγιση όλων των συμμετεχόντων, αποτελεσματική χρήση της γλώσσας του σώματος) της αντίπαλης ομάδας, πείστηκα περισσότερο από τον/την ομιλητή/τρια Νο.

Δικαιολόγηση:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Υποδείξτε το στοιχείο της παρουσίασης της αντίπαλης ομάδας το οποίο χρειάζεται βελτίωση. Δικαιολογήστε την απάντησή σας.

.....

.....

.....

.....

.....

.....



Δικαιολόγηση:

.....

.....

.....

.....

.....

.....