

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΠΟΝΗΣΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΥΡΗΝΙΚΟΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΑΣ: ΠΥΡΗΝΙΚΗ
ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΩΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΜΟΡΦΗ ΚΑΙ Η ΠΙΘΑΝΗ ΕΥΡΕΙΑ
ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ



ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΠΑΥΛΟΖΑΣ ΔΙΟΝΥΣΙΟΣ (Α.Μ. 04657204)

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΠΟΛΥΖΑΚΗΣ ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ
ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΠΑΤΡΑ 2023

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | |
|---|-------|
| ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ | 2 |
| ΠΡΟΛΟΓΟΣ | 3 |
| ΕΙΣΑΓΩΓΗ | 4-5 |
| ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ – ΓΕΝΙΚΑ | 6-14 |
| Η ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΩΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΦΟΡΕΑΣ | 15-23 |
| Η ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΠΛΑΙΣΙΟ ΘΕΣΜΟΙ | 24-30 |
| ΟΙ ΚΥΡΙΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΠΥΡΗΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ | 31-39 |
| ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΠΥΡΗΝΙΚΟ ΣΤΑΘΜΟ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ. | 40-47 |
| Η ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ ΒΟΥΛΓΑΡΙΑΣ – ΕΛΛΑΔΑΣ ΚΑΙ Η ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ. | 48-50 |
| ΕΜΠΟΔΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΕΚΤΑΣΗ ΤΗΣ ΠΥΡΗΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ. | 51-53 |
| ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ | 54 |
| ΕΙΚΟΝΕΣ | 55 |
| ΠΗΓΕΣ – ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ | 56 |

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η πυρηνική ενέργεια είναι μία μορφή ενέργειας που υπάρχει μέσα στον πυρήνα του ατόμου. Περιγράφεται ως η δυναμική ενέργεια που είναι εγκλωβισμένη στους πυρήνες των ατόμων εξαιτίας της αλληλεπίδρασης των σωματιδίων που τα συνιστούν. Είναι γεγονός ότι αποτελεί μια σημαντική εναλλακτική λύση χαμηλών εκπομπών άνθρακα αντί για τα ορυκτά καύσιμα και αποτελεί βασικό συστατικό του ενεργειακού μίγματος δεκατριών από τα είκοσι επτά κράτη μέλη, ενώ αναλογεί στο 26% της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ). Ωστόσο, μετά τις πυρηνικές καταστροφές στο Τσέρνομπιλ το 1986 και στη Φουκουσίμα της Ιαπωνίας το 2011, η πυρηνική ενέργεια αμφισβητείται έντονα. Μάλιστα η απόφαση της Γερμανίας να καταργήσει την πυρηνική ενέργεια έως το 2022, και το προσωρινό κλείσιμο δύο αντιδραστήρων στο Βέλγιο, μετά την ανακάλυψη ρωγμών στους θαλάμους τους, ενέτειναν την πίεση για κατάργηση της πυρηνικής ενέργειας στην Ευρώπη.

Στόχος της πτυχιακής εργασίας είναι να αναλύσει τα πλεονεκτήματα, τα μειονεκτήματα της χρήσης πυρηνικής ενέργειας ως εναλλακτικής μορφής ενέργειας και να αναλύσει τους λόγους για τους οποίους η πυρηνική ενέργεια δεν αναπτύχθηκε στην χώρα μας και προτείνοντας πιθανούς τρόπους χρήσης της, τόσο από το ελληνικό κράτος όσο και από επιχειρήσεις – επενδυτές από το εξωτερικό.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο σύγχρονος κόσμος, της τεχνολογικής εξέλιξης, είναι άρρηκτα συνδεδεμένος με τη χρήση και κατανάλωση ενέργειας, η οποία κατά κύριο λόγο προέρχεται από τα ορυκτά καύσιμα. Αυτό το μοντέλο ανάπτυξης απαιτεί μια αέναη αναζήτηση καινούργιων πηγών ενέργειας ή και εναλλακτικών μορφών ενέργειας. Αυτή η αναζήτηση φαίνεται να έχει πεπερασμένο ορίζοντα και γι' αυτό τον λόγο οι εξειδικευμένοι επιστήμονες συνεχώς ψάχνουν για την επόμενη πηγή ενέργειας. Σε ένα βαθμό η αναζήτηση αυτή δείχνει ως τομέα μελλοντικής δράσης τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) οι οποίες σίγουρα έχουν μικρό ανθρακικό αποτύπωμα αλλά δεν φαίνεται να επαρκούν για την κάλυψη ολόκληρης της απαιτούμενης ενέργειας.

Μπροστά σε αυτά τα διλήμματα προβάλλει η παλαιά εκδοχή της πυρηνικής ενέργειας προκειμένου να καλυφθεί η αναγκαία παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Η διπλωματική εργασία που παρουσιάζω έχει ως αντικείμενο την αναζήτηση και την ανάλυση των προϋποθέσεων που πρέπει να υπάρχουν για να επιτευχθεί με ωφέλιμο και συμφέροντα τρόπο η πυρηνική ενέργεια στην χώρα μας. Για να καταλήξει η κοινωνία, τα κράτη σε μια τέτοια επιλογή είναι απαραίτητο να ικανοποιηθούν ορισμένες προϋποθέσεις που αφορούν διάφορους τομείς όπως ο οικονομικός, ο ενεργειακός και αυτός της ασφάλειας κ.α.

Στα κεφάλαια της παρούσης πτυχιακής εργασίας θα εξεταστούν και οι ειδικές προϋποθέσεις που πρέπει να συντρέχουν προκειμένου να καταστεί εφικτή η αξιοποίηση της πυρηνικής ενέργειας στην χώρα μας.

Η δομή της παρούσας διπλωματικής εργασίας, εκτείνεται σε οκτώ (8) κεφάλαια, το περιεχόμενο των οποίων αναλύεται συνοπτικά παρακάτω:

- Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή Στην εισαγωγή παρουσιάζεται ο σκοπός εκπόνησης της εργασίας καθώς και το περιεχόμενο του κάθε κεφαλαίου.
- Κεφάλαιο 2: Η πυρηνική ενέργεια ως ενεργειακός φορέας παρουσιάζεται η εξάπλωση και χρήση της πυρηνικής ενέργειας για την ηλεκτροπαραγωγή.

- Κεφάλαιο 3: Η πυρηνική ενέργεια – γενικά παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά της και τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της Π.Ε. σε σχέση με ενεργειακά, οικονομικά, περιβαλλοντικά και θέματα ασφάλειας.

- Κεφάλαιο 4: Η πυρηνική ενέργεια στην Ελλάδα πλαίσιο - θεσμοί παρουσιάζεται η νομοθεσία, το πλαίσιο που την διέπει και του βασικούς δημόσιους ρυθμιστικούς και επιστημονικούς φορείς.

- Κεφάλαιο 5: Οι κύριες προϋποθέσεις για την επιλογή και ανάπτυξη της πυρηνικής ενέργειας στην Ελλάδα, οι οποίες αναλύονται διεξοδικά (κόστος, ασφάλεια, περιβάλλον, αποδοχή κ.α.) που έχουν μέχρι σήμερα περιορίσει την διείσδυση και χρήση της πυρηνικής ενέργειας στην χώρα μας..

- Κεφάλαιο 6: Αναλύονται οι προοπτικές για να παράγεται ηλεκτρική ενέργεια από μια πυρηνική εγκατάσταση στην χώρα μας. Στο κεφάλαιο αυτό, αναλύονται οι παράγοντες και οι προϋποθέσεις του προηγούμενου κεφαλαίου στη προοπτική να καλυφθούν οι ενεργειακές ανάγκες της χώρας μας.

- Κεφάλαιο 7: Η ενεργειακή συνεργασία Βουλγαρίας – Ελλάδας και η πυρηνική ενέργεια. Παρουσιάζει τη διακρατική συμφωνία της Ελλάδας με την Βουλγαρία, χώρα που διαθέτει πυρηνικούς σταθμούς, ώστε να εισάγει (η Ελλάς) ενέργεια, τεχνογνωσία και εμπειρία σχετικά με την πυρηνική ενέργεια.

- Κεφάλαιο 8: Εμπόδια για την επέκταση της πυρηνικής ενέργειας στην Ελλάδα, όπου γίνεται η τελική αποτίμηση των παραγόντων που θα επιτρέψουν ή όχι την επέκταση της πυρηνικής ενέργειας στη χώρα μας.

Τέλος παρατίθενται κάποια συμπεράσματα τα οποία προκύπτουν από την διπλωματική εργασία.

2. ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ – ΓΕΝΙΚΑ

Πυρηνική ενέργεια (Π.Ε.) ή ατομική ενέργεια ονομάζεται η ενέργεια που εκλύεται κατά τον μετασχηματισμό των ατομικών πυρήνων. Η Π.Ε. δεν κάτι άλλο από μια μορφή δυναμικής ενέργειας, η οποία περικλείεται στους πυρήνες των ατόμων, και προέρχεται από την αλληλεπίδραση των σωματιδίων από τα οποία συντίθενται. Στην πυρηνική φυσική ορίζεται ως σχάση η σύντηξη πυρήνων η φυσική διαδικασία μέσω της οποίας απελευθερώνεται η πυρηνική ενέργεια. Όταν η απελευθέρωση αυτής της ενέργειας είναι ελεγχόμενη, η Π.Ε. δύναται να αξιοποιηθεί για ενεργειακούς σκοπούς.

Θεωρητική προσέγγιση της πυρηνικής ενέργειας

Ατομική Δομή

Την σημερινή εποχή οι επιστήμονες έχουν επιβεβαιώσει ότι η ύλη αποτελείται από μόρια, τα οποία με την σειρά τους αποτελούνται από άτομα. Όπου το άτομο είναι το μικρότερο σωματίδιο ενός χημικού στοιχείου το οποίο διατηρεί τις χημικές ιδιότητες του στοιχείου με την έννοια ότι παραμένει αμετάβλητο κατά την εξέλιξη ενός χημικού φαινομένου (χημική αντίδραση). Ωστόσο έχουν αναπτυχθεί αρκετές διαφορετικές σωματιδιακές θεωρίες σχετικά με την δομή της ύλης, εκ των οποίων οι πιο σημαντικές, οι οποίες συνέβαλαν στην εξέλιξη της μελέτης της ύλης, συνοψίζονται στον Πίν. 1.

Πίνακας 1: Ατομικές θεωρίες του 18^{ου} και 19^{ου} αιώνα

| Dalton (1803) | J.J. Thompson (1900) | Rutherford (1910) | Bohr (1913) |
|---|--|--|--|
| Τα στοιχεία αποτελούνται από εξαιρετικά μικρά σωματίδια που ονομάζονται άτομα. Τα άτομα ενός συγκεκριμένου στοιχείου είναι ίδια σε μέγεθος, μάζα και άλλες ιδιότητες. | Το άτομο αποτελείται από μια σφαίρα θετικά φορτισμένη εντός της οποίας θάφτηκαν τα αρνητικά φορτισμένα ηλεκτρόνια. | Το μεγαλύτερο μέρος της μάζας του ατόμου, και όλο το θετικό φορτίο του, βρίσκεται σε μια πολύ μικρή πυκνή περιοχή στο κέντρο που ονομάζεται "πυρήνας". | Τα ηλεκτρόνια κινούνται σε κυκλικές τροχιές γύρω από τον πυρήνα στις οποίες η ενέργειά τους είναι κβαντισμένη. |
| Τα άτομα δεν μπορούν να υποδιαιρεθούν, να δημιουργηθούν ή να καταστραφούν. | Είναι επίσης γνωστό ως το μοντέλο "plumpudding" (σταφιδόψωμου). | Το μεγαλύτερο μέρος του συνολικού όγκου του ατόμου είναι κενός χώρος μέσα στον οποίο τα αρνητικά φορτισμένα ηλεκτρόνια κινούνται γύρω από τον πυρήνα. | |

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι ο Bohr για να εξηγήσει τη δομή του ατόμου δέχτηκε το ατομικό πρότυπο του φυσικού Ernest Rutherford, ότι τα ηλεκτρόνια κινούνται σε κυκλικές τροχιές γύρω από τον πυρήνα υπό την επίδραση ελκτικών ηλεκτρικών δυνάμεων Coulomb:

$$F = \frac{m \cdot \vec{V}^2}{r} = \frac{Ze^2}{r^2} \quad (1)$$

Όπου:

m = η μάζα του ηλεκτρονίου,

\vec{V} = η ταχύτητά του,

r = η ακτίνα της κυκλικής του τροχιάς,

e = το φορτίο του,

$Z=O$ αριθμός των πρωτονίων του πυρήνα που ονομάζεται «ατομικός αριθμός».

Το ατομικό πρότυπο του Bohr ερμήνευσε πολύ ικανοποιητικά τη δομή του ατόμου, στηριζόμενος στα πειραματικά δεδομένα της ατομικής φασματοσκοπικής ανάλυσης και σε δύο συνθήκες, τη μηχανική και την οπτική.

1^η Συνθήκη του Bohr

Η πρώτη συνθήκη, που καλείται και μηχανική συνθήκη, αναφέρει ότι τα ηλεκτρόνια περιστρέφονται γύρω από τον πυρήνα σε ορισμένες κυκλικές τροχιές, όπου κάθε επιτρεπόμενη τροχιά έχει καθορισμένη ενέργεια, είναι δηλαδή κβαντισμένη.

Δυνατές κυκλικές τροχιές γύρω από τον πυρήνα είναι μόνο όσες ικανοποιούν τη συνθήκη:

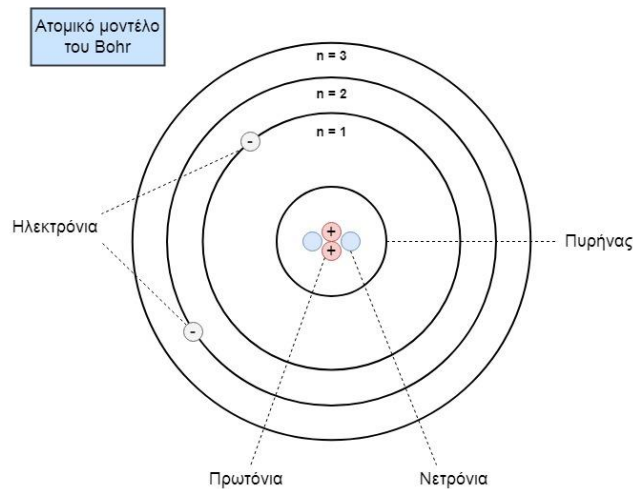
$$L = m \cdot \vec{V} \cdot r = \frac{h}{2\pi} \cdot n$$

Όπου:

h = η σταθερά του Planck¹,

n = ο κύριος κβαντικός αριθμός, ο οποίος καθορίζει την ενεργειακή στάθμη του ηλεκτρονίου και μπορεί να πάρει ακέραιες τιμές (1,2,3, ...n). [10]

¹ <http://www.feynmanlectures.com/II/ch3/3.1.html>



ΕΙΚΟΝΑ 1: Bohr ατομικό μοντέλο

ΠΗΓΗ :ΠολυζάκηςΑ.,Πυρηνική Ενέργεια και Τεχνολογικές Εφαρμογές (1^η έκδοση), Εκδόσεις PowerHeatCool, Πτολεμαΐδα, 2019.

2^η Συνθήκη του Bohr

Η δεύτερη συνθήκη, που καλείται και οπτική συνθήκη, αναφέρει ότι το ηλεκτρόνιο εκπέμπει ή απορροφά ενέργεια υπό μορφή ακτινοβολίας μόνο όταν μεταπηδά από μια τροχιά σε μια άλλη, όταν δηλαδή αλλάζει ενεργειακή στάθμη.

Ειδικότερα, όταν ένα ηλεκτρόνιο μεταπίπτει από υψηλότερη σε χαμηλότερη ενεργειακή στάθμη, τότε εκπέμπει ακτινοβολία, ενώ όταν μεταπίπτει από χαμηλότερη σε υψηλότερη ενεργειακή στάθμη, τότε απορροφά ενέργεια.

Σύμφωνα με την κβαντική θεωρία του Planck (1900), η ακτινοβολία εκπέμπεται όχι με συνεχή τρόπο, αλλά σε μικρά πακέτα (κβάντα). Κάθε κβάντο μεταφέρει ενέργεια E , ανάλογη προς τη συχνότητα της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας ν :

$$E = h \cdot \nu$$

Υιοθετώντας τις ιδέες του Planck, ο Bohr οδηγήθηκε στην παρακάτω **εξίσωση**:

$$E_{in} - E_{fin} = h \cdot \nu$$

Όπου:

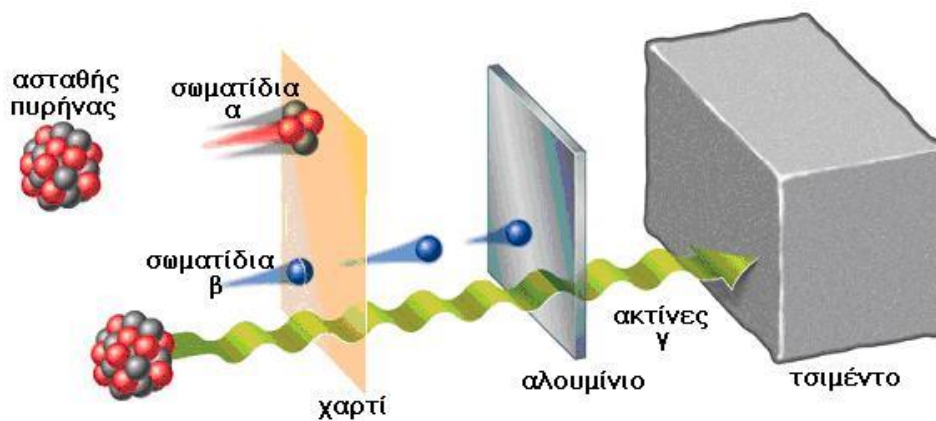
E_{in} = η ενέργεια του ηλεκτρονίου στην αρχική τροχιά του,

E_{fin} = η ενέργεια του ηλεκτρονίου στην τελική τροχιά του.

Ραδιενέργεια

Ραδιενέργεια ορίζεται το φυσικό φαινόμενο κατά το οποίο εκπέμπονται αυθόρμητα σωματίδια ή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας από κάποια χημικά στοιχεία ως αποτέλεσμα της διάσπασης ασταθών πυρήνων οι οποίοι μετά από αυτή τη διεργασία μετατρέπονται σε άλλους, πιο σταθερούς. Όταν διασπώνται οι πυρήνες εκλύουν πυρηνική ακτινοβολία, η οποία εμφανίζεται με την μορφή σωματιδίων άλφα (ακτίνες α), σωματίδια βήτα (ακτίνες β) και ακτινοβολία γάμμα (ακτίνες γ) τα οποία έχουν διαφορετική διεισδυτική όπως απεικονίζεται στην ΕΙΚΟΝΑ 2. Η ακτινοβολία γάμμα περικλείει την μεγαλύτερη ποσότητα ενέργειας από τα προϊόντα των ραδιενεργών διασπάσεων. Έχει κλινικά αποδειχτεί ότι, όλα τα προϊόντα της παραπάνω διάσπασης, είναι άκρως επικίνδυνα για την ομοίωση και την ισορροπία της λειτουργίας του ανθρώπινου οργανισμού.

Για πρώτη φορά η ραδιενέργεια παρατηρήθηκε και μελετήθηκε από το γάλλο φυσικό Henri Becquerel το 1896, θα λέγαμε κατά λάθος, αφού βασιζόμενος στην θεωρητική υπόθεση του Poincaré και στην αυξημένη υγρασία του Παρισιού εξέθεσε χωρίς να το θέλει φωτογραφικές πλάκες σε θειϊκό κάλιο-ουρανίλιο, γεγονός που είχε ως αποτέλεσμα αυτές να καταστραφούν. Ο Henri Becquerel θεώρησε ότι αυτό οφείλεται σε κάποια πολύ διεισδυτική ακτινοβολία στην οποία αργότερα δόθηκε το όνομα ραδιενέργεια. Προς τιμήν του Becquerel η μονάδα μέτρησης της δραστηριότητας μιας ραδιενεργού πηγής σύμφωνα με το Διεθνές Γραφείο Μέτρων και Σταθμών πήρε το όνομά του: 1 Becquerel = 1 διάσπαση/δευτερόλεπτο. [10]



ΕΙΚΟΝΑ 2: Διεισδυτική ικανότητα ραδιενεργού ακτινοβολίας

Το 1898, το ζεύγος επιστημόνων Curie απομόνωσε το χημικό στοιχείο ράδιο, το οποίο στη κλίμακα βαθμού ραδιενέργειας πιο πάνω από το ουράνιο. Αξιοποιώντας αυτή την ιδιότητα που έχουν οι εκπεμπόμενες ακτίνες να κάνουν αγώγιο τον αέρα μέσω, κατάφεραν να αποδείξουν ότι ο πισσουρανίτης και κάποια άλλα ορυκτά υλικά έχουν μεγαλύτερη ποσότητα ραδιενέργειας από το καθαρό μέταλλο ουράνιο, το οποίο απομονώνεται μετά από κατεργασία τού. Κατ' αυτόν το τρόπο κατέστη δυνατή η απομόνωση του στοιχείου πολώνιο. Μετά από χρόνια κατέστη δυνατή η απομόνωση και άλλων ραδιενεργών ουσιών (π.χ. το ακτίνιο και το θόριο⁰). Το 1902, οι επιστήμονες Rutherford και Soddy ερμήνευσαν ότι η πηγή της εκλυόμενης ενέργειας δεν είναι τίποτε περισσότερο από την μερική διάσπαση των ατόμων, όπου εκσφενδονίζεται ένα μέρος του πυρήνα τους με μεγάλη ταχύτητα, μεταστοιχειούμενο σε άλλο άτομο. Κατά τη διάρκεια του Β' Παγκόσμιου Πόλεμου το 1942, ο Fermi στις ΗΠΑ πραγματοποίησε την πρώτη αυτοσυντήρητη αλυσιδωτή πυρηνική αντίδραση. Το 1943 κατασκευάστηκε στις ΗΠΑ ο πρώτος πυρηνικός αντιδραστήρας, από γραφίτη, στον οποίο είχαν παραχθεί οι πρώτες ποσότητες ενός γραμμαρίου πλουτονίου (²³⁹Pu), που χρησιμοποιήθηκε για να κατασκευαστεί η βόμβα της Χιροσίμα (6 Αυγούστου 1945), η έκρηξη της είχε καταστροφικά αποτελέσματα και διάχυσε για δεκαετίες μετά το περιβάλλον με τεράστια ποσά ραδιενέργειας. Το ίδιο συνέβη και με το ατύχημα του Τσέρνομπυλ (26 Απριλίου 1986) με την έκρηξη του 4^{ου} πυρηνικού αντιδραστήρα.

Διαφυγή ραδιενέργειας στο περιβάλλον δεν έχουμε μόνο από τη χρήση της Π.Ε. για οπλικά συστήματα αλλά και από εφαρμογές της για ειρηνικούς σκοπούς. Μπορεί να διαφύγει ραδιενέργεια από πυρηνικούς σταθμούς για ηλεκτροπαραγωγή, αλλά και από εγκαταστάσεις επεξεργασίας διαφόρων ορυκτών, όπως τα ορυχεία λιγνίτη, τα φωσφορικά λιπάσματα κ.α. [10]

Νόμος των ραδιενεργών διασπάσεων

Η διαδικασία της πυρηνικής μετατροπής (μεταστοιχείωσης) ενός στοιχείου σε ένα άλλο με απελευθέρωση από τον πυρήνα ενός σωματίου άλφα ή βήτα ή ενός φωτονίου γάμμα ή οποιουδήποτε άλλου σωματίου ή ακόμα και με την αρπαγή ενός από τα ατομικά του ηλεκτρόνια, ονομάζεται ραδιενεργός διάσπαση. Εργαστηριακά αποδεικνύεται διαπιστώνεται ότι η ένταση και το πλήθος των πυρήνων ενός ραδιενεργού στοιχείου μειώνεται εκθετικά με το χρόνο. Κάθε ραδιενεργός πυρήνας ισοτόπου στοιχείου έχει πιθανότητα λ, να διασπαστεί στη μονάδα του χρόνου. Το μέτρο αυτής της πιθανότητας καλείται σταθερά διάσπασης. Η πιθανότητα να διασπαστεί ο πυρήνας σε χρονικό

διάστημα dt θα είναι $\lambda \cdot dt$. Στην περίπτωση που υπάρχουν N άλλοι όμοιοι πυρήνες, το πλήθος των διασπασμένων πυρήνων από τους N στο χρόνο dt θα είναι:

$$dN = -\lambda \cdot dt \cdot N$$

Το αρνητικό πρόσημο δείχνει ότι, όσο ο χρόνος παρέρχεται, ο αριθμός των πυρήνων N ελαττώνεται. Με ολοκλήρωση της παραπάνω σχέσης προκύπτει η εξής:

$$N_t = N_0 e^{-\lambda t}$$

Αυτή είναι η θεμελιώδης **εξίσωση** των ραδιενεργών διασπάσεων ή αλλιώς η έκφραση του εκθετικού νόμου που τις διέπει. N_0 είναι το αρχικό πλήθος των πυρήνων. Εκείνο που έχει περισσότερη σημασία είναι ο ρυθμός διάσπασης ή ένταση του ραδιενεργού και ορίζεται ως:

$$R = \frac{dN}{dt} = \lambda \cdot N$$

Η ένταση ενός ραδιενεργού υλικού καλείται και ενεργότητα ή απλά ραδιενέργεια. Ο χρόνος $T_{1/2}$ καλείται χρόνος ημισείας ζωής ή χρόνος υποδιπλασιασμού ή ημιζωής και είναι χαρακτηριστική σταθερά των ραδιενεργών στοιχείων:

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0,693}{\lambda}$$

Επειδή το φαινόμενο της ραδιενεργού διάσπασης είναι στατιστικό, ορίζεται και ένας άλλος χρόνος, χαρακτηριστική σταθερά επίσης, ο μέσος χρόνος ζωής, τ , καθ' όσον κάθε ραδιενεργός πυρήνας είναι δυνατό να διασπαστεί εντός μηδενικού χρόνου ή να ζήσει άπειρο χρόνο:

$$\tau = \frac{1}{\lambda}$$

Ως μονάδες ραδιενέργειας αναφέρονται το Curie και το Becquerel. Το 1 Curie (Ci) = $3,7 \cdot 10^{10}$ διασπάσεις ανά δευτερόλεπτο (dps) είναι η ενεργότητα που αντιστοιχεί στο σύνολο των πυρήνων 1 g του ραδιενεργού στοιχείου Ράδιο-226 (^{226}Ra). Σο Becquerel (Bq) ισούται με μία διάσπαση ανά δευτερόλεπτο (1 dps) για κάθε ραδιενεργό πυρήνα:

$$2 \text{ Ci} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$$

[10]

Τρόποι διάσπασης

Οι πιο συνηθισμένες ακτινοβολίες κατά τη διάσπαση φυσικών ραδιενεργών πυρήνων, είναι:

- **εκπομπή σωματιδίων α:** όταν το σωματίδιο α συγκροτείται από δύο πρωτόνια και δύο νετρόνια, είναι δηλαδή πυρήνας ηλίου (${}^2\text{He}^4$)
- **εκπομπή σωματιδίων β⁻:** πρόκειται για ηλεκτρόνιο που εκπέμπεται από τον πυρήνα, κατά την μετατροπή ενός νετρονίου του πυρήνα σε πρωτόνιο
- **εκπομπή ποζιτρονίου β⁺:** Εκπέμπεται κατά την μετατροπή ενός πρωτονίου του πυρήνα σε νετρόνιο, με ταυτόχρονη εκπομπή ενός νετρίνου
- **ακτινοβολία γ:** κατά τη μετάβαση ενός πυρήνα από κάποια ενεργειακή στάθμη διέγερσης σε κάποια άλλη χαμηλότερη, εκπέμπεται ένα φωτόνιο ενέργειας ίσης με τη διαφορά των δύο σταθμών (0,1 ως 10 MeV περίπου).

Πυρηνική Σχάση - Σύντηξη

Η πυρηνική σχάση είναι μια χημική αντίδραση στην οποία ο βαρύτερος πυρήνας βομβαρδίζεται με νετρόνια. Όταν συμβαίνει αυτό, γίνεται ένας πιο ασταθής πυρήνας και αποσυντίθεται σε δύο πυρήνες, των οποίων τα μεγέθη είναι παρόμοια με την ίδια τάξη μεγέθους. Σε αυτή τη διαδικασία απελευθερώνεται μεγάλη ποσότητα ενέργειας και εκπέμπονται αρκετά νετρόνια.

Όταν τα νετρόνια εκπέμπονται από τη διαίρεση του πυρήνα, είναι ικανά να προκαλέσουν άλλες σχάσεις αλληλεπιδρώντας με άλλους κοντινούς πυρήνες. Μόλις τα νετρόνια προκαλέσουν άλλες σχάσεις, τα νετρόνια που θα απελευθερωθούν από αυτά θα δημιουργήσουν ακόμη περισσότερες σχάσεις. Έτσι λοιπόν παράγεται μια μεγάλη ποσότητα ενέργειας. Αυτή η διαδικασία συμβαίνει σε ένα μικρό κλάσμα του δευτερολέπτου και είναι γνωστό ως αλυσιδωτή αντίδραση. Οι πυρήνες που έχουν σχιστεί απελευθερώνουν ένα εκατομμύριο φορές περισσότερη ενέργεια από αυτόν που επιτυγχάνεται με την καύση ενός μπλοκ άνθρακα ή την έκρηξη ενός μπλοκ δυναμίτη της ίδιας μάζας. Για το λόγο αυτό, η πυρηνική ενέργεια είναι μια πολύ ισχυρή πηγή ενέργειας και χρησιμοποιείται για υψηλές ενεργειακές απαιτήσεις. [11]



ΕΙΚΟΝΑ 3 : Απεικόνιση της πυρηνικής σύντηξης

ΠΗΓΗ : https://www.renovablesverdes.com/el/la-fision-nuclear/#Fision_nuclear

Αυτή η απελευθέρωση ενέργειας συμβαίνει γρηγορότερα από ότι σε μια χημική αντίδραση.

Όταν εμφανίζονται σχάσεις νετρονίων και απελευθερώνεται μόνο ένα νετρόνιο προκαλώντας επακόλουθη σχάση, ο αριθμός των σχισμών που συμβαίνουν ανά δευτερόλεπτο είναι σταθερός και οι αντιδράσεις μπορούν να ελεγχθούν καλά. Αυτή είναι η αρχή με την οποία λειτουργούν πυρηνικοί αντιδραστήρες. [11]

Διαφορά μεταξύ σύντηξης και σχάσης

Και οι δύο είναι πυρηνικές αντιδράσεις που απελευθερώνουν την ενέργεια που περιέχεται στον πυρήνα ενός ατόμου. Υπάρχουν όμως μεγάλες διαφορές μεταξύ των δύο. Η πυρηνική σχάση, όπως αναφέρθηκε, είναι ο διαχωρισμός του βαρύτερου πυρήνα σε μικρότερους, μέσω της σύγκρουσης με νετρόνια. Στην περίπτωση της πυρηνικής σύντηξης, είναι το αντίθετο. είναι ο **ελαφρύτερος συνδυασμός πυρήνα** για να δημιουργήσετε ένα μεγαλύτερο και βαρύτερο.

Για παράδειγμα, στην πυρηνική σχάση, ουράνιο 235 (είναι το μόνο ισότοπο που μπορεί να υποστεί πυρηνική σχάση και βρίσκεται στη φύση) συνδυάζεται με ένα νετρόνιο για να σχηματίσει ένα πιο σταθερό άτομο που διαιρείται γρήγορα και η βάριο 144 και κρυπτό 89, συν τρία νετρόνια. Αυτή είναι μια από τις πιθανές αντιδράσεις που εμφανίζονται όταν το ουράνιο συνδυάζεται με το νετρόνιο.

Με αυτήν τη λειτουργία, οι πυρηνικοί αντιδραστήρες που βρίσκονται επί του παρόντος και που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ενεργούν.

Για να πραγματοποιηθεί η πυρηνική σύντηξη, είναι απαραίτητο οι δύο ελαφρύτεροι πυρήνες να ενώνονται για να σχηματίσουν βαρύτερους. Σε αυτήν τη διαδικασία απελευθερώνεται μεγάλη ποσότητα ενέργειας. Για παράδειγμα, στον ήλιο εκτελούνται συνεχώς διαδικασίες πυρηνικής σύντηξης όπου άτομα με χαμηλότερη μάζα ενώνονται για να σχηματίσουν βαρύτερα. Οι δύο ελαφρύτεροι πυρήνες πρέπει να φορτιστούν θετικά και να κινηθούν πιο κοντά ο ένας στον άλλο, ξεπερνώντας τις ηλεκτροστατικές δυνάμεις απόθησης που υπάρχουν. Αυτό απαιτεί μεγάλη ποσότητα θερμοκρασίας και πίεσης. Στον πλανήτη μας, αφού δεν υπάρχει πίεση στον Ήλιο, η απαραίτητη ενέργεια που απαιτείται για να αντιδράσουν οι πυρήνες και να ξεπεραστούν αυτές οι απωθητικές δυνάμεις επιτυγχάνονται μέσω ενός επιταχυντή σωματιδίων. [11]

Μία από τις πιο τυπικές αντιδράσεις πυρηνικής σύντηξης είναι αυτή που αποτελείται από το συνδυασμό δύο ισοτόπων υδρογόνου, δευτερίου και τριτίου, για να σχηματίσουν ένα άτομο ηλίου συν ένα νετρόνιο. Όταν συμβαίνει αυτό, στον Ήλιο υπάρχουν υψηλές βαρυτικές πιέσεις στις οποίες υφίστανται τα άτομα υδρογόνου και χρειάζονται θερμοκρασίες 15 εκατομμυρίων βαθμών Κελσίου για τήξη. Κάθε δευτερόλεπτο 600 εκατομμύρια τόνοι σύντηξης υδρογόνου για να σχηματίσουν ήλιο.

Στην εποχή μας δεν υπάρχουν αντιδραστήρες που να λειτουργούν με πυρηνική σύντηξη, επειδή είναι πολύ περίπλοκο να αναδημιουργήσουμε αυτές τις συνθήκες. Το περισσότερο που παρατηρείται είναι ένας πειραματικός αντιδραστήρας πυρηνικής σύντηξης που ονομάζεται ITER που κατασκευάζεται στη Γαλλία και προσπαθεί να προσδιορίσει εάν αυτή η διαδικασία παραγωγής ενέργειας είναι βιώσιμη τόσο τεχνολογικά όσο και οικονομικά, πραγματοποιώντας πυρηνική σύντηξη μέσω μαγνητικού περιορισμού. [11]

3. Η ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΩΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΦΟΡΕΑΣ

Λειτουργία πυρηνικών αντιδραστήρων

Στις εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ο πυρηνικός αντιδραστήρας που χρησιμοποιείται, διακρίνεται στον πυρήνα του, ο οποίος χρειάζεται για να λειτουργήσει 80 -100 tons ουρανίου σε συσκευασίες ράβδων καυσίμου ποσότητας 30000 τεμάχια. Η εκλύομενη θερμική ενέργεια από τις ράβδους καυσίμου, διοχετεύεται στο νερό, μέσω

μιας συστοιχίας ατμοπαραγωγών. . Με τον παραγόμενο ατμό κινούνται ατμοστρόβιλοι, οι οποίοι συνδέονται με μια ηλεκτρική γεννήτρια. Το επόμενο στάδιο είναι να ψυχθεί ο κορεσμένος ατμός που βγαίνει από τους ατμοστρόβιλους, ο οποίος συμπυκνώνεται και ανακυκλώνεται στο σύστημα. Ο διαχωρισμός του νερού ψύξης σε δακτυλίους βοηθάει στο να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος να ξεφύγει το μολυσμένο νερό στο περιβάλλον. Ο ατμός που φαίνεται να βγαίνει από τους πύργους ψύξης είναι από την ψύξη του νερού και όχι από το σύστημα ατμοπαραγωγής.



ΕΙΚΟΝΑ 4. Σχηματικό διάγραμμα ροής για την παραγωγή Π.Ε. από την εξόρυξη της $1^{η}$ ύλης μέχρι την παραγωγή Ηλεκτρικής ενέργειας.

ΠΗΓΗ : <https://www.orano.group/en/unpacking-nuclear/all-about-nuclear-energy>

Η επιστροφή της πυρηνικής ενέργειας στο ενεργειακό μείγμα της Ευρώπης είναι ένα από τα πολλά καινούργια θέματα που επανήλθαν στο τραπέζι του δημόσιου διαλόγου (επιστημονικού ή κοινωνικού) από την ενεργειακή κρίση που προέκυψε. Μια δεκαετία μετά το καταστροφικό ατύχημα της Φουκουσίμα και την πολιτική απόσυρσης των πυρηνικών αντιδραστήρων από την Ευρώπη, η πυρηνική ενέργεια επέστρεψε με τη μορφή ενός «αναγκαίου κακού» για να αντιμετωπίσει τις υψηλές τιμές ηλεκτρικής ενέργειας και να υποστηρίξει τους στόχους της για την ενεργειακή μετάβαση. Η πρόσφατη πρόταση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής να συμπεριληφθεί υπό όρους, μαζί με το φυσικό αέριο και την πυρηνική ενέργεια, στην ευρωπαϊκή ταξινόμηση, αποκαλώντας την «πράσινη επένδυση», μαρτυρεί αυτή την επιστροφή στην πυρηνική ενέργεια και το ήδη αναδυόμενο κοινωνικοπολιτικό και επενδυτικό επίπεδο στην Ευρώπη, διαφωνίες σχετικά με αυτό το θέμα και ότι το γεγονός ότι η πυρηνική ενέργεια αντιπροσωπεύει σήμερα το 25% της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται στην Ευρώπη.

Από τις πρώτα κεφάλαια της παρούσας εργασίας γίνεται κατανοητό ότι η ωφελιμότητα ή όχι της Π.Ε. είναι ένα σύνθετο ζήτημα και κανείς δεν μπορεί να απαντήσει απόλυτα και με βεβαιότητα επ' αυτού. Για να σχηματοποιήσουμε τις διάφορες απόψεις και να δοθεί στον αναγνώστη η δυνατότητα να διαμορφώσει ο ίδιος μια άποψη συνοψίζουμε

παρακάτω τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της Π.Ε. ανά ερώτημα που απαντούν σε ενεργειακά, οικονομικά, περιβαλλοντικά και θέματα ασφάλειας.

Η Ελλάδα από αυτά που έχουν δηλώσει κατά καιρούς υπεύθυνοι αξιωματούχοι, δεν απορρίπτει τις προοπτικές χρήσης της πυρηνικής ενέργειας στο μέλλον, αλλά ούτε βιάζεται να κατασκευάσει πυρηνικό σταθμό εργοστάσιο ηλεκτροπαραγωγής στην χώρα.

Εδώ και 10 περίπου χρόνια έχει ανοίξει ένας δημόσιος διάλογος σχετικά με τη δυνατότητα χρήσης πυρηνικής ενέργειας στην Ελλάδα ως πηγή ενέργειας για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών. [1]

Η πιεστική πραγματικότητα που διαμορφώνεται από την εκρηκτική άνοδο του κόστους της ενέργειας και την αυξανόμενη σημασία της ενεργειακής αυτονομίας ως παράγοντα γεωπολιτικής ισχύος βάζει κάθε συζήτηση για τις ενεργειακές προοπτικές σε ένα νέο πλαίσιο. Ισχύει πλέον η άποψη «αν θέλουμε να συζητήσουμε συνολικά το ενεργειακό ισοζύγιο, πρέπει να συζητήσουμε όλες τις πηγές». Η πρόσφατη θέση της Επιτροπής Ενέργειας της Ακαδημίας Αθηνών είναι ότι «είναι λάθος να βασίζουμε τη χώρα σε δύο πηγές για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών. Πρέπει να υπάρχουν εναλλακτικές λύσεις».

Αυτή η άποψη, η οποία υποστηρίζεται στην Ελλάδα, εδώ και τουλάχιστον μια 10ετία και από πολλούς σχετικούς με τα ενεργειακά και περιβαλλοντικά θέματα επιστήμονες βασίζεται στην πεποίθηση ότι, ανεξάρτητα από τις τελικές αποφάσεις για το ενεργειακό ισοζύγιο, όλες οι εναλλακτικές λύσεις θα πρέπει να συζητηθούν προσεκτικά και ότι θα πρέπει να υπάρξει ευρεία δημόσια συζήτηση για τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, ενώ παράλληλα υλοποιείται η προετοιμασία ώστε αν υπάρξει μελλοντική σκέψη για χρήση της πυρηνικής ενέργειας, να γίνει. Στο πλαίσιο αυτό αναφέρει ότι με τα σημερινά δεδομένα μια τέτοια επιλογή θα πάρει 15-20 χρόνια. Η περίοδος αυτή μπορεί να περιοριστεί εάν γίνονται προετοιμασίες που αφορούν πρωτίστως τη διαμόρφωση του απαραίτητου νομοθετικού πλαισίου, το οποίο θα παραμείνει ανενεργό, αλλά θα είναι έτοιμο, και την κατάρτιση εξειδικευμένου επιστημονικού προσωπικού. [1]

Από τις πρώτα κεφάλαια της παρούσας εργασίας γίνεται κατανοητό ότι η ωφελιμότητα ή όχι της Π.Ε. είναι ένα σύνθετο ζήτημα και κανείς δεν μπορεί να απαντήσει απόλυτα και

με βεβαιότητα επ' αυτού. Για να σχηματοποιήσουμε τις διάφορες απόψεις και να δοθεί στον αναγνώστη η δυνατότητα να διαμορφώσει ο ίδιος μια άποψη συνοψίζουμε παρακάτω τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της Π.Ε. ανά ερώτημα που απαντούν σε ενεργειακά, οικονομικά, περιβαλλοντικά και θέματα ασφάλειας.

A. Μπορεί η πυρηνική ενέργεια να χρησιμοποιηθεί ως γέφυρα για την ενεργειακή μετάβαση;

Πλεονεκτήματα

Η πυρηνική ενέργεια έχει χαμηλό αποτύπωμα άνθρακα και επιπρόσθετα έχει μικρότερο αποτύπωμα από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ).

Μειονεκτήματα

Στον κύκλο ζωής (LifeCycle) μια πυρηνικής εγκατάστασης, παράγονται εκπομπές περίπου 117 gCO₂ ανά Kw/h. Σε σύγκριση με το φυσικό αέριο που έχει 442 gCO₂ ανά Kw/h και τα χερσαία αιολικά πάρκα με 9 gCO₂ ανά Kw/h.

Το αποτύπωμα CO₂ ενός SmallModularReactor (SMR) παράγει υψηλότερη συνολική τιμή ανά Kw/h.

Λαμβάνοντας υπόψη τους αντιδραστήρες SMR που σχεδιάζονται επί του παρόντος, υπό κατασκευή ή σε λειτουργία, δεν μπορεί να βασιστεί η υπόθεση της ταχείας διαθεσιμότητας. Αντίθετα, οι χρόνοι σχεδιασμού, ανάπτυξης και κατασκευής συνήθως υπερβαίνουν τα αρχικά χρονοδιαγράμματα. Το συγκεκριμένο πρόβλημα είναι ότι κάθε νέο σχέδιο πρέπει να είναι νέο, και επομένως έχει μακρύ χρόνο και διαδικασίες αδειοδότησης.

B. Μπορεί η πυρηνική ενέργεια να εγγυηθεί την ενεργειακή ανεξαρτησία από τη Ρωσία;

Πλεονεκτήματα

Επί του παρόντος, η ΕΕ αγοράζει το 45% του φυσικού της αερίου, περίπου το ένα τρίτο του πετρελαίου της και το ένα τρίτο του άνθρακα της από τη Ρωσία. Η αύξηση του μεριδίου του εφοδιασμού πυρηνικής ενέργειας θα χαλάρωσε τη δέσμευση της Ευρώπης από τον ενεργειακό εφοδιασμό από την Ρωσία. Αντίστοιχα, χώρες όπως η Ολλανδία και

το Βέλγιο ήδη στράφηκαν στην πυρηνική ενέργεια ενισχύοντας τις δυνατότητες τους σε αυτόν τον τομέα.

Μειονεκτήματα

Όπως έχουν σήμερα τα πράγματα η κυριαρχία της πυρηνικής ενέργειας στην Ευρώπη είναι ευσεβής πόθος, καθώς η Μόσχα εξακολουθεί να έχει σταθερό έλεγχο στο ευρωπαϊκό σύστημα πυρηνικής ενέργειας. Περίπου το 20% του ουρανίου εισάγεται από τη Ρωσία και το ένα τέταρτο των υπηρεσιών, δηλ. μετατροπή και εμπλουτισμός ουρανίου, που παρέχεται από τη Ρωσία. Θα μπορούσε να υποστηριχθεί ότι η προσφορά και οι υπηρεσίες μπορούν να αντισταθμιστούν μέσω

Συμβάσεων με άλλους προμηθευτές. Ωστόσο, παραμένει σύμφωνα με την Euratom μια «σημαντική ευπάθεια». Υπάρχουν 18 ρωσικοί αντιδραστήρες που έχουν σχεδιαστεί σε χώρες της ΕΕ, οι οποίοι λειτουργούν αποκλειστικά με ρωσικό πυρηνικό καύσιμο.

Η δέσμευση της εφοδιαστικής αλυσίδας επεκτείνεται στη χρηματοοικονομική δομή της πυρηνικής βιομηχανίας, καθώς η Rosatom της Ρωσίας και η Framatom της Γαλλίας δεσμεύονται από πολυάριθμες οικονομικές και οργανωτικές συμφωνίες. Να επισημανθεί ότι το γαλλικό πρόγραμμα ανακύκλωσης ουρανίου και η διαχείριση των πυρηνικών αποβλήτων της χώρας θα ήταν άκυρη μόλις επιβληθεί η οποιαδήποτε κύρωση στη Rosatom.



ΕΙΚΟΝΑ 5. Σύγκριση – Στάθμιση Π.Ε. και ΑΠΕ

Γ. Μπορούν οι νέες τεχνολογίες να βοηθήσουν στην επίτευξη της ενεργειακής μετάβασης;

Πλεονεκτήματα

Οι τεχνολογικές εξελίξεις υπόσχονται να λύσουν μερικά από τα μεγαλύτερα μειονεκτήματα του κλάδου της ενέργειας. Οι αντιδραστήρες τρίτης γενιάς είναι σημαντικά ασφαλέστεροι από τα μοντέλα που λειτουργούν σήμερα. Οι

αντιδραστήρες τέταρτης γενιάς στοχεύουν να αποκλείσουν εντελώς τα ατυχήματα. Ορισμένα σχέδια τέταρτης γενιάς έχουν δυνατότητες ενσωματώνοντας σημαντικές τεχνολογικές ανακαλύψεις.

Μεταξύ των πιο αξιόλογων είναι τα σχέδια για αντιδραστήρες που μπορούν να λειτουργούν με πυρηνικά καύσιμα για αρκετές δεκαετίες. Άλλοι έχουν τη δυνατότητα να επεξεργάζονται παλιό πυρηνικό καύσιμο, κλείνοντας έτσι τον κύκλο του πυρηνικού καυσίμου και λύνοντας το πρόβλημα των πυρηνικών αποβλήτων.

Το επιχείρημα για το SmallModularReactor (SMR) είναι: η πηγή ενέργειας είναι ασφαλής, έχει χαμηλές εκπομπές άνθρακα και μπορεί να ιονιστεί πιο γρήγορα από τους συμβατικούς αντιδραστήρες. Αυτά τα χαρακτηριστικά θα μπορούσαν να κάνουν τα SMR μια πρώτη επιλογή, επίσης για τον Παγκόσμιο Νότο.

Μειονεκτήματα

Στην πράξη, υπάρχουν ήδη ανησυχίες για την ασφάλεια όσον αφορά τους αντιδραστήρες τρίτης γενιάς. Ο πρώτος αντιδραστήρας τρίτης γενιάς που θα ολοκληρωθεί, που κατασκευάστηκε από τη Framatom και την κινεζική CGN, έπρεπε να κλείσει. Η μείωση των διαρροών αερίου και τα μικρά επίπεδα ακτινοβολίας αποτελούσαν άμεση απειλή για το εργοστάσιο και το κοινό. Οι αντιδραστήρες τέταρτης γενιάς μπορεί να περιλαμβάνουν πολλά υποσχόμενα σχέδια. Ωστόσο, αυτοί οι αντιδραστήρες φαίνεται ότι δεν θα είναι σε θέση να προσφέρουν μια γρήγορη μετάβαση ενέργειας. [2]

Δ. Είναι η πυρηνική ενέργεια αξιόπιστη πηγή ενέργειας;

Πλεονεκτήματα

Καθώς οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας βασίζονται σε εξωτερικούς παράγοντες όπως ο ήλιος και ο άνεμος, η πυρηνική ενέργεια είναι απαραίτητη για να διασφαλιστεί η σταθερή παροχή ενέργειας. Το επιχείρημα συχνά στηρίζεται : η ενεργειακή χωρητικότητα βασικού φορτίου είναι απαραίτητη για να διασφαλιστεί η σταθερή και αξιόπιστη παροχή ενέργειας.

Απαιτείται πυρηνική ενέργεια έως ότου η υποδομή του ενεργειακού δικτύου προσαρμοστεί στην πραγματικότητα των «πλούσιων σε ενέργεια» και των «φτωχών ενεργειακά» περιοχών.

Μειονεκτήματα

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας παρέχουν μια εξαρτώμενη από τις καιρικές συνθήκες, κυμαινόμενη παροχή ενέργειας. Η ανάπτυξη ενός ευρωπαϊκού ενεργειακού δικτύου είναι το κλειδί για την αντιμετώπιση αυτών των διακυμάνσεων. Καθώς τα κράτη μέλη της ΕΕ επιδεικνύουν διαφορετικούς δρόμους και διαφορετικούς ρυθμούς το ένα στις ενεργειακές μεταβάσεις του άλλου, θα χρειαστεί εναλλάξ να σταθεροποιήσουν τον ενεργειακό εφοδιασμό των γειτόνων τους. Ωστόσο, για την πλήρη μετατόπιση του ευρωπαϊκού ενεργειακού εφοδιασμού σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, θα χρειαστούν δυνατότητες αποθήκευσης και ευέλικτες ενδιάμεσες τεχνολογίες. Επομένως, το βασικό ερώτημα είναι εάν η σάρωση πυρηνικών αντιδραστήρων είναι μια τόσο ευέλικτη τεχνολογία γεφυρών, ειδικά από τη στιγμή που οι σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής με αέριο έχουν χάσει δραστικά την οικονομική τους έλξη με τον πόλεμο της Ρωσίας στην Ουκρανία και την ευρωπαϊκή ώθηση να απαλλαγεί από την παροχή ρωσικού αερίου.

Ε. Μπορούμε να λύσουμε το πρόβλημα της αποθήκευσης των πυρηνικών αποβλήτων;

Πλεονεκτήματα

Στοιχεία από τη Φινλανδία, τη Σουηδία και τη Γαλλία δείχνουν ότι η ευρεία πολιτική υποστήριξη, οι συνεκτικές πολιτικές για τα απόβλητα και μια καλά διαχειριζόμενη διαδικασία λήψης αποφάσεων για την τελική αποθήκευση μπορούν να ενισχύσουν τη δημόσια υποστήριξη της πυρηνικής ενέργειας.

Ορισμένοι αντιδραστήρες τέταρτης γενιάς έχουν τη δυνατότητα να επεξεργάζονται παλιό πυρηνικό καύσιμο, κλείνοντας έτσι τον κύκλο του πυρηνικού καυσίμου και λύνοντας το πρόβλημα των πυρηνικών αποβλήτων. Οι τεχνολογίες μπορούν να μειώσουν τον χρόνο που απαιτείται για τη διατήρηση των πυρηνικών αποβλήτων στην τελική αποθήκευση.

Η Γαλλία κατάφερε να ανακυκλώσει το μεγαλύτερο μέρος των αναλωμένων πυρηνικών καυσίμων της, δείχνοντας ότι είναι δυνατό να μειωθούν σημαντικά τα προβλήματα με τα αναλωμένα πυρηνικά καύσιμα.

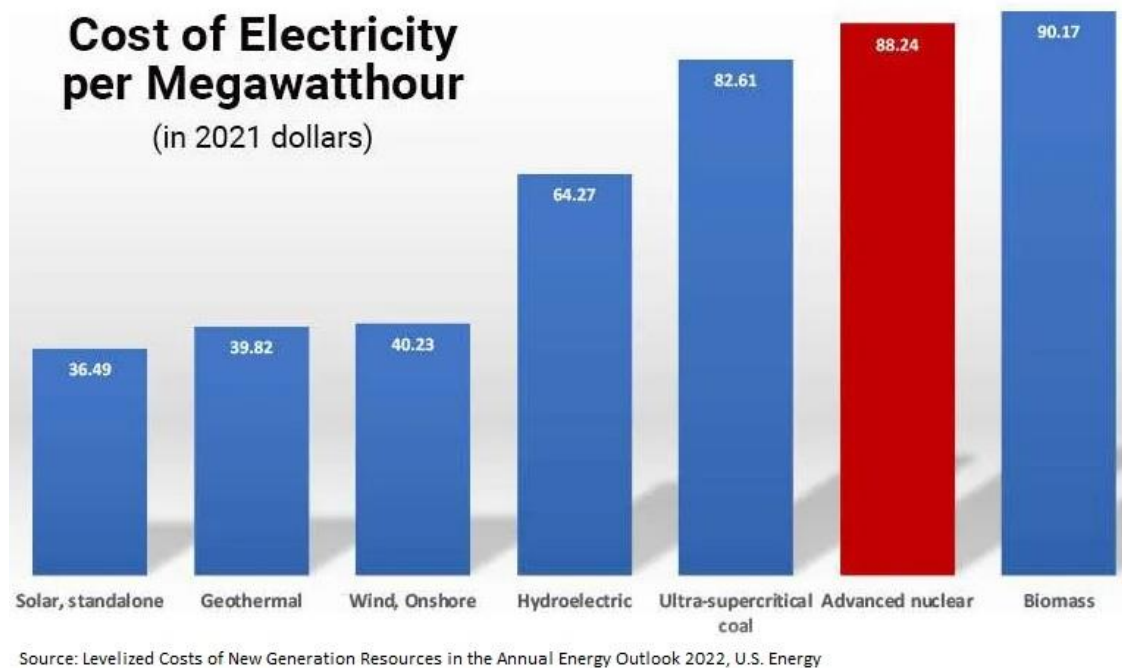
Μειονεκτήματα

Τα διαφορετικά στάδια του πυρηνικού κύκλου έχουν όλα μοναδικούς περιβαλλοντικούς κινδύνους και κινδύνους διάδοσης. Τα σενάρια στα οποία χρησιμοποιούνται νέες τεχνολογίες καταμερισμού και μεταστοιχείωσης για την επεξεργασία πυρηνικών αποβλήτων και συντόμευση του χρόνου που απαιτείται για την τελική αποθήκευση προσθέτουν στην αβεβαιότητα ενός ασαφούς χρονικού πλαισίου. Μόνο ο χρόνος παράδοσης προτείνεται να διαρκέσει αρκετές δεκαετίες, ενώ η περίοδος υλοποίησης θα διαρκούσε μεταξύ 55 και 300 ετών. Μια τέτοια διαδικασία θα αύξανε τους κινδύνους διάδοσης, καθώς το διαχωρισμένο πλουτόνιο θα έπρεπε να αποθηκευτεί σε διαφορετικές εγκαταστάσεις για παρατεταμένες περιόδους. Οι ράβδοι αναλωμένου καυσίμου που έχουν ήδη υποστεί επανεπεξεργασία δεν είναι κατάλληλες για τεχνολογίες διαχωρισμού και μεταστοιχείωσης. Σε κάθε περίπτωση, το ζήτημα της ασφαλούς αποθήκευσης αυτών των αποβλήτων παραμένει.

ΣΤ. Μπορεί η πυρηνική ενέργεια να απαντήσει έγκαιρα στην ενεργειακή και κλιματική κρίση;

Η τελευταία έκθεση της IPCC επανέλαβε ότι, προκειμένου να περιοριστεί η υπερθέρμανση του πλανήτη σε 1,5 ° ή ακόμη και 2 °, οι επόμενες δύο δεκαετίες είναι καθοριστικές. Ως εκ τούτου, είναι ζωτικής σημασίας να αξιολογηθεί εάν οι πυρηνικοί πόροι ενέργειας μπορούν να υποστηρίξουν την ενεργειακή μετάβαση αρκετά γρήγορα ώστε να επιτευχθεί αυτός ο στόχος.

Ο χρόνος που χρειάζεται για την κατασκευή σύγχρονων ευρωπαϊκών αντιδραστήρων υπό πίεση — ο μόνος σύγχρονος τύπος αντιδραστήρα που κατασκευάζεται επί του παρόντος στην Ευρώπη — μπορεί να εκτιμηθεί ότι θα διαρκέσει μεταξύ 8 (αν το HinkleyPoint C είναι εντός του χρονοδιαγράμματος) έως 16 χρόνια, με τις καθυστερήσεις να αντισταθμίζουν τα περισσότερα του χρόνου κατασκευής και των διαδικασιών σχεδιασμού που δεν λαμβάνονται υπόψη. Παλαιότερες μελέτες δείχνουν ότι, παγκοσμίως, η μέση υπέρβαση του χρόνου κατασκευής των πυρηνικών αντιδραστήρων είναι 64% — λαμβάνοντας υπόψη ότι αυτός ο αριθμός είναι πιθανό να είναι υψηλότερο, καθώς δεν λαμβάνεται υπόψη ο χρόνος κατασκευής των αντιδραστήρων νεότερης γενιάς. [2]



ΕΙΚΟΝΑ 6. Συγκριτικό ιστόγραμμα του κόστους των διάφορων μορφών ενέργειας ανά MWh.

ΠΗΓΗ : https://www.eia.gov/outlooks/aeo/pdf/electricity_generation.pdf

Z. Είναι φτηνή η πυρηνική ενέργεια;

Η πυρηνική ενέργεια έχει χάσει σταδιακά την ανταγωνιστική της θέση σε σύγκριση με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Το ισοπεδωμένο κόστος ηλεκτρικής ενέργειας (LCOE) που παράγεται από την πυρηνική ενέργεια είναι υψηλότερο από αυτό της αιολικής ενέργειας στην ξηρά και των φωτοβολταϊκών, καθώς και της υπεράκτιας αιολικής ενέργειας. Ταυτόχρονα, η τάση τρέχει ενάντια στα πυρηνικά ενέργεια. Με την υπέρβαση του χρόνου κατασκευής να είναι ο κανόνας, το κόστος κατασκευής και επομένως το LCOE αυξάνεται επίσης. Καινοτομίες έχουν καταστήσει φθηνότερες τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, ενώ οι παλιοί και εκτεταμένοι πυρηνικοί σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής καθιστούν την πυρηνική ενέργεια πιο ακριβή. Πράγματι, η πυρηνική ενέργεια φαίνεται να είναι η μόνη τεχνολογία που καταφέρνει να γίνει πραγματικά πιο δαπανηρή με τη νέα καινοτομία, και όχι το αντίστροφο. Επιπλέον, απαιτούνται περισσότερες από 9,5 δισεκατομμύρια ευρώ επενδύσεων για τη χρηματοδότηση ενός πυρηνικού σταθμού, σύμφωνα με την IPCC.

H. Είναι ασφαλής η πυρηνική ενέργεια;

Η πυρηνική ασφάλεια, η αρχική ανησυχία των επικριτών για την πυρηνική ενέργεια, εξακολουθεί να είναι λογική και θα πρέπει να παραμείνει κύριο μέλημα. Τα πιο καταστροφικά περιστατικά – δηλ. Kyshtym 1957, ThreeMileIslands το 1979, το Τσερνόμπιλ της Ουκρανίας το 1986 και η Ιαπωνική Φουκουσίμα το 2011 - είναι πολύ γνωστά. Υπήρξαν άλλα 31 σοβαρά περιστατικά σε πυρηνικούς σταθμούς παγκοσμίως από το 1952, σύμφωνα με στοιχεία από τον Διεθνή Οργανισμό Ατομικής Ενέργειας. Επί του παρόντος, περίπου το ένα πέμπτο των γηρασμένων πυρηνικών αντιδραστήρων της Γαλλίας έχουν κλείσει λόγω ζητημάτων ασφάλειας. Όσο μεγαλύτεροι γίνονται οι αντιδραστήρες, τόσο μεγαλύτερος είναι ο κίνδυνος ατυχημάτων. Τα νέα σχέδια αντιδραστήρων Gen. III με συστήματα παθητικής και βελτιωμένης ασφάλειας καθώς και SMR μειώνουν τον κίνδυνο ατυχημάτων. Αυτοί οι τύποι γεννητριών, ωστόσο, δεν είναι πιθανό να έχουν καμία επίδραση στην ενεργειακή μετάβαση. [2]

4. Η ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΠΛΑΙΣΙΟ- ΘΕΣΜΟΙ

Στην Ελλάδα, δεν υπάρχουν πυρηνικοί σταθμοί και η πυρηνική ενέργεια δεν θεωρείται ως επιλογή στο άμεσο μέλλον. Υπάρχει, ωστόσο, ένας πυρηνικός ερευνητικός αντιδραστήρας και ένα συγκρότημα κρίσιμης σημασίας. Ο αντιδραστήρας 5 MW λειτουργεί από το Ινστιτούτο Πυρηνικών και Ακτινολογικών Επιστημών και

Τεχνολογίας, Ενέργειας και Ασφάλειας του Εθνικού Κέντρου Επιστημονικής Έρευνας (ΕΚΕΦΕ) «Δημόκριτος». Η διάταξη λειτουργεί από το Εργαστήριο Ατομικής και Πυρηνικής Φυσικής του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.

Τα ραδιενεργά απόβλητα που προέρχονται από τη βιομηχανία ταξινομούνται ως χαμηλού επιπέδου. Μια προσωρινή εγκατάσταση αποθήκευσης και μια εγκατάσταση επεξεργασίας αποβλήτων λειτουργεί από το ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος». Στην χώρα μας μέχρι σήμερα δεν έχει ψηφιστεί κάποιος νόμος ή στρατηγική μελέτη που να περιλαμβάνει όλες τις πτυχές της Π.Ε. Έχουν κατά καιρούς εκδοθεί επιμέρους, αποσπασματικοί νόμοι, ΚΥΑ, διατάγματα και κανονισμοί που αναφέρονται σε μέρη του θέματος πυρηνική ενέργεια αλλά όχι κάτι ολοκληρωμένο. [3]

Νομικό – θεσμικό πλαίσιο

Από το 2010, έχουν εκδοθεί τρία Προεδρικά Διατάγματα, τα οποία μεταφέρουν τρεις οδηγίες Ευρατόμ στην εθνική νομοθεσία. Συγκεκριμένα:

- Προεδρικό διάταγμα αριθ. 83 (3 Σεπτεμβρίου 2010), μεταφορά της οδηγίας 2006/117/Ευρατόμ του Συμβουλίου, της 20ής Νοεμβρίου 2006, για την εποπτεία και τον έλεγχο των μεταφορών ραδιενεργών αποβλήτων και αναλωμένων καυσίμων, Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) L 337 (5 Δεκεμβρίου 2006)
- Προεδρικό διάταγμα αριθ. 60 (3 Μαΐου 2012), μεταφορά της οδηγίας 2009/71/Ευρατόμ του Συμβουλίου, της 25ης Ιουνίου 2009, για τη θέσπιση κοινοτικού πλαισίου για την πυρηνική ασφάλεια πυρηνικών εγκαταστάσεων, ΕΕ L 172 (2 Ιουλίου 2009)
- Προεδρικό διάταγμα αριθ. 122 (12 Αυγούστου 2013), μεταφορά της οδηγίας 2011/70/Ευρατόμ του Συμβουλίου, της 19ης Ιουλίου 2011, για τη θέσπιση κοινοτικού πλαισίου για την υπεύθυνη και ασφαλή διαχείριση αναλωμένων καυσίμων και ραδιενεργών αποβλήτων, ΕΕ L 199 (2 Αυγούστου 2011)

Τον Δεκέμβριο του 2014, ο νόμος με τίτλο «Έρευνα, Τεχνολογική Ανάπτυξη και Καινοτομία και άλλες διατάξεις» δημοσιεύτηκε στην επίσημη Εφημερίδα της Κυβερνήσεως. Το Κεφάλαιο Ε (άρθρα 39-46, άρθρο 90) με τίτλο «Διαχείριση πυρηνικής ενέργειας, τεχνολογία και ακτινοπροστασία - Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας (ΕΕΑΕ)» διευρύνει το πεδίο εφαρμογής του υφιστάμενου εθνικού νομικού, κανονιστικού και οργανωτικού πλαισίου για τη διασφάλιση της ακτινοβολίας και της πυρηνικής ασφάλειας και την προστασία του κοινού, του περιβάλλοντος και των αγαθών της χώρας, από τους κινδύνους που προκύπτουν από την ιοντίζουσα ακτινοβολία που εκπέμπεται από κάθε είδους συσκευές, πυρηνικές εγκαταστάσεις και ραδιενεργό υλικό (φυσικό και τεχνητό), καθώς και η τεχνητή παραγόμενη μη ιοντίζουσα ακτινοβολία. [3]

Οι κανονισμοί ακτινοπροστασίας του 2001 θεσπίζουν διατάξεις για την ακτινοπροστασία και αφορούν τους όρους που διέπουν τη χορήγηση αδειών για δραστηριότητες που περιλαμβάνουν τη χρήση ιοντίζουσας ακτινοβολίας. Αυτοί οι κανονισμοί βρίσκονται υπό αναθεώρηση λόγω της μεταφοράς στην εθνική νομοθεσία της Οδηγίας 2013/59/Ευρατόμ του Συμβουλίου για τον καθορισμό βασικών προτύπων ασφάλειας για την προστασία από τους κινδύνους που προκύπτουν από την έκθεση σε ιοντίζουσα ακτινοβολία και την κατάργηση των οδηγιών 89/618/Ευρατόμ, 90/641 /Ευρατόμ, 96/29/Ευρατόμ, 97/43/Ευρατόμ και 2003/122/Ευρατόμ, ΕΕ L 13 (17 Ιανουαρίου 2014). [3]

Η ελληνική επιτροπή ατομικής ενέργειας (ΕΕΑΕ)

Ο νόμος 1733 της 19ης Ιουλίου 1987 για τη μεταφορά τεχνολογίας, τις εφευρέσεις, τις τεχνολογικές καινοτομίες και τη σύσταση μιας Επιτροπής Ατομικής Ενέργειας δημιούργησε την Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας. Ο νόμος με τίτλο «Έρευνα, Τεχνολογική Ανάπτυξη και Καινοτομία και άλλες διατάξεις» δημοσιεύτηκε στην επίσημη Εφημερίδα της Κυβερνήσεως στις 8 Δεκεμβρίου 2014. Πιο συγκεκριμένα, στο νόμο 4310/204:

- Το άρθρο 41 ορίζει τον αρμόδιο υπουργό και τον ΕΕΑΕ ως ρυθμιστική αρχή για τον έλεγχο, τη ρύθμιση και την εποπτεία στους τομείς της πυρηνικής ενέργειας, της πυρηνικής τεχνολογίας, της ακτινολογικής και πυρηνικής ασφάλειας, καθώς και της ακτινοπροστασίας
- Το άρθρο 42 απαριθμεί τις αρμοδιότητες των εμπλεκόμενων υπουργείων

- Το άρθρο 43 περιγράφει το νομικό καθεστώς και τις ευθύνες της ΕΕΑΕ
- Το άρθρο 44 αναφέρεται στη διαχείριση του ΕΕΑΕ
- Το άρθρο 45 αναφέρεται στα έσοδα του ΕΕΑΕ και στους μηχανισμούς διασφάλισης χρηματοοικονομικών πόρων
- Το άρθρο 46 περιγράφει την εξουσία επιβολής της ΕΕΑΕ ως ρυθμιστικής αρχής. αναφέρονται αναλυτικά οι κυρώσεις που μπορούν να επιβληθούν
- Το άρθρο 90 αφορά την αδειοδότηση δραστηριοτήτων και εγκαταστάσεων όπου εμπλέκεται η χρήση ακτινοβολίας (π.χ. ιατρική, βιομηχανία)

Η ΕΕΑΕ είναι ένα τεχνολογικό ίδρυμα, που λειτουργεί ως νομικό πρόσωπο δημοσίου δικαίου και απολαμβάνει πλήρη διοικητική και οικονομική ανεξαρτησία σε σχέση με τα καθήκοντά του σύμφωνα με τις διατάξεις του Ν. 4310/2014. Ο ΕΕΑΕ έχει τη νομική αρμοδιότητα και τη δύναμη να παρακολουθεί ανεξάρτητα τις δίκες σε όλες τις περιπτώσεις σχετικά με τις ενέργειές του, τις παραλείψεις του ή τις νομικές σχέσεις του. Μπορεί να εκπροσωπείται στις σχέσεις του με άλλες αρχές και τρίτους, καθώς και στα δικαστήρια, από τον πρόεδρό του, και όταν απουσιάζει ή κωλύεται, από τον αντιπρόεδρό του. Σε περίπτωση απουσίας ή απουσίας του αντιπροέδρου, ο ΕΕΑΕ ορίζει ένα μέλος που θα ενεργεί ως εκπρόσωπός του για μια συγκεκριμένη ενέργεια ή πράξη ή κατηγορία ενεργειών ή πράξεων. Κατά την εκτέλεση των καθηκόντων του, ο ΕΟΧΑ ενεργεί ως ρυθμιστική αρχή ανεξάρτητα στις ισχύουσες διατάξεις σύμφωνα με τις ισχύουσες τότε διατάξεις. Κάθε χρόνο, ο ΕΕΑΕ υποβάλλει την έκθεση δραστηριότητάς του στον Πρόεδρο του Κοινοβουλίου και στον Υπουργό Πολιτισμού, Παιδείας και Θρησκευμάτων και σε κάθε άλλο αρμόδιο Υπουργό, ο οποίος περιγράφει την κατάσταση των τομέων των αρμοδιοτήτων τους κατόπιν αιτήματός τους (άρθρο 43, Ν. 4310/2014). [3]

Σύμφωνα με το άρθρο 43 του Ν. 4310/2014, οι αρμοδιότητες του ΕΕΑΕ είναι:

- Η προστασία του κοινού, των ασθενών, των εργαζομένων και του περιβάλλοντος από την ιοντίζουσα ακτινοβολία και την τεχνητά μη ιοντίζουσα ακτινοβολία
- Ο έλεγχος και η επίβλεψη των εφαρμογών της πυρηνικής τεχνολογίας, των πυρηνικών επιστημών και της ακτινοβολίας (ιοντίζουσα και μη ιοντίζουσα) στη βιομηχανία, τη γεωργία, τις ηλεκτρονικές επικοινωνίες, την υγεία, τη βιολογία και άλλες επιστήμες

- Η ασφαλής και ειρηνική χρήση των εφαρμογών της πυρηνικής ενέργειας και της τεχνολογίας
- Η ασφαλής διαχείριση αναλωμένου καυσίμου και ραδιενεργών αποβλήτων
- Η οργάνωση και λειτουργία, σύμφωνα με τις διατάξεις του Ν. 4085/2012 (Α '194), ως Περιφερειακό Ευρωπαϊκό Εκπαιδευτικό Κέντρο για θέματα ραδιενέργειας, μεταφοράς αποβλήτων και ασφάλειας, σύμφωνα με τα ψηφίσματα της Γενικής Συνδιάσκεψης της Διεθνούς Ατομικής Οργανισμός Ενέργειας και στο πλαίσιο έργων που εγκρίθηκαν από το Διοικητικό Συμβούλιο του ΔΟΑΕ για εκπαίδευση και κατάρτιση σε θέματα ραδιενέργειας, μεταφοράς απορριμμάτων και ασφάλειας
- Υποστήριξη των αρμόδιων υπουργών στην άσκηση ρυθμιστικών αρμοδιοτήτων στους τομείς της πυρηνικής ενέργειας, της πυρηνικής τεχνολογίας, της ακτινολογικής και πυρηνικής ασφάλειας, καθώς και της ακτινοπροστασίας

Η ΕΕΑΕ είναι η αρμόδια αρχή για θέματα που σχετίζονται με την πυρηνική ενέργεια, την πυρηνική τεχνολογία και την ακτινοπροστασία και είναι υπεύθυνος για τη θέσπιση των απαραίτητων μέτρων ασφαλείας, για τη σύνταξη κανονισμών και για την επιθεώρηση, παρακολούθηση και προώθηση της επιστημονικής και τεχνολογικής έρευνας στους ακόλουθους τομείς:

- την προστασία του κοινού και του περιβάλλοντος από ιοντίζουσα ακτινοβολία
- τις ειρηνικές εφαρμογές της πυρηνικής τεχνολογίας και της πυρηνικής επιστήμης στη βιομηχανία, τη γεωργία, την υγεία, τη βιολογία και άλλους τομείς
- τις ειρηνικές χρήσεις της πυρηνικής ενέργειας

Η ΕΕΑΕ, κατά την εκτέλεση των παραπάνω καθηκόντων, είναι η αρμόδια αρχή για την εκτέλεση, μεταξύ άλλων, των ακόλουθων:

- Σχεδιασμός, συντονισμός, εκτέλεση και αξιολόγηση μετρήσεων περιβαλλοντικής ραδιενέργειας
- Να προτείνει στον Υπουργό Πολιτισμού, Παιδείας και Θρησκευμάτων και σε οποιονδήποτε άλλο υπουργό ενδιαφέρεται για την ΕΕΑΕ, σχέδια έκτακτης ανάγκης για την αντιμετώπιση καταστάσεων που προκύπτουν από αυξημένα επίπεδα ραδιενέργειας
- Έκδοση οδηγιών ασφαλείας και σχέδια κανονισμών για την ασφαλή λειτουργία εγκαταστάσεων και εξοπλισμού που εκπέμπουν ιοντίζουσα ακτινοβολία. Αυτές οι οδηγίες και οι κανονισμοί εγκρίνονται και εφαρμόζονται από τον Υπουργό Πολιτισμού, Παιδείας και Θρησκευμάτων και με κοινή απόφαση, άλλοι ενδιαφερόμενοι υπουργοί. Ο ΕΕΑΕ παρακολουθεί την εφαρμογή αυτών των κανονισμών και τεχνικών οδηγιών. Επίσης, συντάσσει κανονισμούς για την ακτινοπροστασία
- Εκτέλεση μετρήσεων και έκδοση πιστοποιητικών και αδειών
- Παροχή περαιτέρω εκπαίδευσης στους τομείς της ακτινοπροστασίας, της πυρηνικής επιστήμης και της πυρηνικής τεχνολογίας
- Γνωμοδοτήσεις σχετικά με την έκδοση, τροποποίηση ή κατάργηση αδειών για την κατασκευή και λειτουργία οποιουδήποτε πυρηνικού αντιδραστήρα και για κάθε τύπο πυρηνικής εγκατάστασης
- Έκδοση αδειών για την εισαγωγή, κατοχή, παραγωγή, μεταφορά, χρήση και διάθεση ραδιενεργού και σχάσιμου υλικού
- Εκπροσώπηση της Ελλάδας σε διεθνείς οργανισμούς σε θέματα που εμπíπτουν στην αρμοδιότητά της
- Έκδοση οδηγιών ασφαλείας για την ασφαλή αποθήκευση, μεταφορά και απόρριψη ραδιενεργών ουσιών. Η ΕΕΑΕ διατηρεί επίσης μια εθνική βάση δεδομένων ακτινοπροστασίας που συγκεντρώνει πληροφορίες για εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούν ή κατασκευάζουν πηγές ακτινοβολίας (συσκευές που χρησιμοποιούνται, θωράκιση, αποτελέσματα επιθεωρήσεων, τύπος άδειας), κατάλογο πηγών ακτινοβολίας που χρησιμοποιούνται στην Ελλάδα και εθνικό μητρώο δόσεων που περιέχει πληροφορίες σχετικά με επαγγελματικά εκτεθειμένοι εργαζόμενοι. [3]

Ερευνητικό κέντρο «Δημόκριτος»

Η χώρα μας στερείται όχι τόσο τεχνογνωσίας αλλά εμπειρίας σχετικά με την Π.Ε. Πριν 6 δεκαετίες, το 1961, θα μπορούσαμε να πούμε σχετικά έγκαιρα, ιδρύθηκε δημόσιος επιστημονικός - ερευνητικός φορέας το Εθνικό Κέντρο Έρευνας Φυσικών Επιστημών «Δημόκριτος». Η αρχική του ονομασία ήταν Κέντρο Πυρηνικών Ερευνών «Δημόκριτος», με έδρα την Αγία Παρασκευή στην Αττική. Στον «Δημόκριτο» σήμερα εργάζονται κατ' εκτίμηση 1.000 άτομα προσωπικό, από τους οποίους οι 200 αποτελούν ερευνητικό προσωπικό και ειδικούς λειτουργικούς επιστήμονες. Το υπόλοιπο προσωπικό είναι άλλοι ερευνητές διοικητικοί υπάλληλοι. Το κύριο έργο του «Δημόκριτου» αφορά στην έρευνα που υλοποιείται μέσω προγραμμάτων (Projects) χρηματοδοτούμενα από το ελληνικό κράτος, από προγράμματα της Ε.Ε., διεθνείς Οργανισμούς και από τον ιδιωτικό τομέα (εταιρίες, βιομηχανίες κ.α.). Στις εγκαταστάσεις του «Δημόκριτου» είχε εγκατασταθεί και λειτούργησε μέχρι το 2004 ένας πυρηνικός αντιδραστήρας για την αποστολή την παραγωγή δεσμών νετρονίων και ισοτόπων τα οποία είναι δυσεύρετα και χρησιμοποιούνται για ραδιοφάρμακα. Αυτός ο πυρηνικός αντιδραστήρας παραμένει μέχρι σήμερα στο «Δημόκριτον», αλλά είναι παροπλισμένος, και δεν έχει προβλεφθεί η αντικατάσταση του με κάποιον άλλον νέο τελευταίας τεχνολογίας. Έτσι σήμερα η λειτουργία του «Δημόκριτου» αφορά μόνο σε ερευνητικά προγράμματα και πειράματα πυρηνικής φυσικής και αστροφυσικής. Έχει ιδρυθεί υπό την αιγίδα του «Δημόκριτου» το Ινστιτούτο Πυρηνικής και Σωματιδιακής Φυσικής με κύριο αντικείμενο την πειραματική και θεωρητική έρευνα, την επιστημονική αριστεία και την καινοτομία στη Φυσική Υψηλών Ενεργειών, στην Πυρηνική Φυσική, στην Αστροσωματιδιακή Φυσική και τις εφαρμογές τους, στους κλάδους της Εθνικής Στρατηγικής Έρευνας και Καινοτομίας για την Έξυπνη Εξειδίκευση. Από το 2009 λειτουργεί στον «Δημόκριτο επιταχυντής ιόντων Tandem 5.5MV, ο οποίος αποτελεί την μοναδική ερευνητική υποδομή επιταχυντών στην Ελλάδα. Πρόκειται για έναν επιταχυντή Tandem, που λειτουργεί με ηλεκτροστατικά πεδία για να επιταχύνει σωματίδια, των οποίων ελέγχει την πορεία και τα οδηγεί στους στόχους. Με την σύγκρουση πυρήνων αλλάζει το διάνυσμα της κατεύθυνσης των κινούμενων σωματιδίων, με αποτέλεσμα να παράγεται ενέργεια υπό μορφή φωτός και θερμότητας αλλά υπάρχει και η δυνατότητα να γεννήσει καινούρια σωματίδια. Το ταξίδι των σωματιδίων ξεκινάει στην πηγή ιόντων. Στην πηγή διενεργείται η φόρτιση του

υδρογόνου με αποτέλεσμα τη παραγωγή μίας δέσμης αρνητικών ιόντων. Η συγκεκριμένη δέσμη εισχωρεί στο σωλήνα επιτάχυνσης, ο οποίος είναι απολύτως κενός. Το κενό αέρος εμποδίζει την αλλαγή του φορτίου της δέσμης. Στη περίπτωση που τα σωματίδια έρθουν σε επαφή με οποιοδήποτε υλικό θα χάσουν κάποια από τα ηλεκτρόνια τους. Η δέσμη κατά την 1η στάση στη Γεννήτρια Υψηλής Ταχύτητας, αντιστρέφει το ηλεκτρικό φορτίο της και την ωθείται στους σωλήνες μέσω μίας έξυπνης εφαρμογής του νόμου του Κουλόμπ. Στο κέντρο της, υπάρχει ένα θετικά φορτισμένο υλικό που δημιουργεί στο σωλήνα επιτάχυνσης δύο μέρη, ενώ η υπόλοιπη κάμαρα αποτελείται από εξαφθοριούχο θείο για εκκένωση. Όταν ξεκινήσουν τα ιόντα να μπαίνουν στο χώρο της Γεννήτριας, έλκονται από το θετικό πεδίο του υλικού αυτού. Εντός του υλικού αυτού η δέσμη οδηγείται σε ένα λεπτό φύλλο άνθρακα. Το φύλλο αυτό ξεχωρίζει έναν αριθμό ηλεκτρονίων των ανιόντων. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται Έτσι, αντιστρέφεται το φορτίο των μορίων υδρογόνου. 'Αφού έχουν γίνει πλέον κατιόντα, το υλικό τα απωθεί, και αυξάνει ακόμα περισσότερο την ταχύτητα τους με αποτέλεσμα να τα διώχνει έξω από τη Γεννήτρια. Καθ' όλη τη διάρκεια αυτής της διεργασίας παράγεται ηλεκτρομαγνητική ραδιενέργεια, γι' αυτόν τον λόγο η αίθουσα στην οποία βρίσκεται η Γεννήτρια είναι περιβάλλεται από τοίχο παχύ και μονωμένο. Η πόρτα της αίθουσας είναι μόνιμα ερμητικά κλειστή ανεξάρτητα αν λειτουργεί ή όχι. Αυτή η υποχρεωτική στεγανοποίηση, προκάλεσε στους μηχανικούς του Tandem μια συμπληρωματική πρόκληση : ότι οι ανιχνευτές κι οι στόχοι είναι προτιμότερο να τοποθετηθούν σε ξεχωριστό θάλαμο και προς αυτόν να κατευθύνεται η δέσμη.

Προκειμένου να ρυθμιστεί η κατεύθυνση και η πορεία των κατιόντων υψηλής ενέργειας, τοποθετήθηκαν μαγνήτες γύρω από το σωλήνα επιτάχυνσης στα πιο επικίνδυνα σημεία. Με αυτήν την πατέντα τα σωματίδια πηγαίνοντας προς τους στόχους συγκρούονται με αυτούς κι οι ανιχνευτές που έχουν τοποθετηθεί καταγράφουν το συμβάν. Για το συγκεκριμένο φαινόμενο έχουν καταγραφεί διάφοροι τρόποι ανάλυσης των δεδομένων, και αρκετές διαφορετικές προσεγγίσεις στην επιλογή μετρήσεων. [3]

5. ΟΙ ΚΥΡΙΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΠΥΡΗΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.

Καμία συζήτηση για την πυρηνική ενέργεια δεν μπορεί να απορριφθεί *a priori* αφού θα πρόκειται για μια επιλογή που έχει ήδη γίνει από αρκετές γειτονικές χώρες. Αν χρειαζόμαστε πυρηνική ενέργεια, αντί να την αγοράζουμε από τη Βουλγαρία, δεν θα ήταν καλύτερο για εμάς να έχουμε έναν σύγχρονο, μικρότερο και ασφαλέστερο αντιδραστήρα;

Η όποια πρωτοβουλία συζήτησης για το θέμα αυτό, δεν ξεκινά ως πίεση ή πρόταση για μετάβαση στην πυρηνική ενέργεια, αλλά ως ένδειξη της ανάγκης να γίνουν προπαρασκευαστικά βήματα ώστε εάν μια τέτοια επιλογή γίνει μονόδρομος, η ενεργοποίηση δεν αργεί.

Για την Ελλάδα, η συζήτηση για την ένταξη της πυρηνικής ενέργειας στο «μίγμα καυσίμων» για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας παραμένει ακόμα «ταμπού». Από διεθνείς δημοσκοπήσεις φαίνεται ότι η ελληνική κοινή γνώμη για την πυρηνική ενέργεια είναι από τις πιο αρνητικές στον κόσμο και μπορεί κανείς εύλογα να κατανοήσει τη δυσκολία οποιασδήποτε πολιτικής ηγεσίας να ξεκινήσει οποιαδήποτε συζήτηση για τη συμπερίληψη μιας πυρηνικής εναλλακτικής στον εθνικό ενεργειακό σχεδιασμό. Αυτή η δυσκολία αποδεικνύεται και από την αναφορά του πρωθυπουργού Κυριάκου Μητσοτάκη τον Δεκέμβριο 2021 για συνεργασία με τη Βουλγαρία για τη σύναψη μακροπρόθεσμης συμφωνίας για την προμήθεια ηλεκτρικής ενέργειας από πυρηνική ενέργεια, η οποία συνοδεύτηκε από διαβεβαιώσεις ότι δεν υπάρχουν πυρηνικοί σταθμοί στην Ελλάδα και δεν θα υπάρχουν ποτέ.

Η Επιτροπή Ενέργειας της Ακαδημίας Αθηνών, με την πρότασή της «Προοπτικές αξιοποίησης της πυρηνικής ενέργειας στη δομή της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας», σπάει το «ταμπού» και θέτει τα θεμέλια για μια συζήτηση που θα ανοίξει στη χώρα μας, απαντώντας στα κρίσιμα ερωτήματα που τίθενται από επικριτές (ατυχήματα, απορρίμματα κ.λπ.) και πρόταση για έναρξη διαδικασιών για τη δημιουργία κατάλληλου θεσμικού και τεχνολογικού υποβάθρου ώστε να αξιολογούνται υπεύθυνα οι εξελίξεις στα γειτονικά κράτη και η ετοιμότητα της χώρας για οποιοδήποτε μελλοντικές εξελίξεις. Ο χρόνος κατασκευής ενός πυρηνικού σταθμού φθάνει σήμερα τα 10 χρόνια, περίοδος που περιορίζεται σημαντικά από την τεχνολογία των μικρών αντιδραστήρων.

Ασφάλεια

Ένα από τα κύρια θέματα ανασταλτικό για την ανάπτυξη της πυρηνικής ενέργειας στην Ελλάδα είναι αυτό της πιθανότητας ατυχημάτων με έκθεση σε ακτινοβολία, για το οποίο ειδικοί επιστήμονες σημειώνουν ειδικότερα ότι τα ατυχήματα που έχουν συμβεί στο παρελθόν έχουν προκαλέσει έκτοτε συναγερμό τόσο στις αρμόδιες υπηρεσίες ασφαλείας όσο και στους κατασκευαστές, με αποτέλεσμα οι λόγοι της αστοχίας να έχουν αναλυθεί προσεκτικά έτσι ώστε να έχουν ληφθεί τόσες πολλές προφυλάξεις που καθιστούν τον κύκλο της πυρηνικής σχάσης αρκετά ασφαλή. Αξίζει επίσης να αναφερθεί ότι η χρήση πυρηνικών αντιδραστήρων σε πλοία και υποβρύχια για πολλές δεκαετίες, δεν έχει προκαλέσει ούτε μία διαρροή ραδιενέργειας.



ΕΙΚΟΝΑ 7. Κατεστραμμένες εγκαταστάσεις από το πυρηνικό ατύχημα στο Chernobyl

ΠΗΓΗ:<https://pressroom.rferl.org/a/a-radioactive-emergency-alarm-has-come-from-denmark-rfe-reports-chernobyl/30605689.html>

Όσον αφορά το επιχείρημα για τη διάθεση ραδιενεργών αποβλήτων, υποστηρίζεται ότι τα προϊόντα σχάσης υψηλής ραδιενέργειας «υαλοποιούνται», δηλαδή τοποθετούνται σε δοχεία κατασκευασμένα από μη διαβρωτικό υλικό, όπως ανοξείδωτος χάλυβας, και αποθηκεύονται βαθιά σε κατάλληλους γεωλογικούς σχηματισμούς για να διασφαλιστεί η απομόνωσή τους από τη βιόσφαιρα. Σε ότι αφορά στη διάδοση των πυρηνικών όπλων, επισημαίνει ότι οι εγκαταστάσεις βρίσκονται υπό τον έλεγχο του Διεθνούς Οργανισμού Ατομικής Ενέργειας και η πρακτική έχει δείξει ότι αυτός ο έλεγχος είναι αποτελεσματικός.

Η πυρηνική ενέργεια το 2018 παρείχε περισσότερο από το 10% της παγκόσμιας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, με 441 πυρηνικούς αντιδραστήρες σε 30 χώρες, συνολικής ισχύος 400 GW. Στις χώρες μέλη του ΟΟΣΑ, η συνεισφορά του ήταν 18%, και στην ΕΕ – 25%. Η Γαλλία σχεδιάζει να αναπτύξει σοβαρά το τεράστιο πυρηνικό της πρόγραμμα, το ΗΒ σχεδιάζει να αυξήσει την παραγωγή πυρηνικής ενέργειας στο 25%, η

Φινλανδία αυξάνει τη συμβολή της στην πυρηνική ενέργεια στο 60% και η χρήση της αυξάνεται σταθερά παγκοσμίως, με περίπου 52 αντιδραστήρες υπό κατασκευή. [1]



ΕΙΚΟΝΑ 8. Αεροφωτογραφία των εγκαταστάσεων από το πυρηνικό ατύχημα στη Fukuzima.

ΠΗΓΗ : <https://www.theguardian.com/news/datablog/2011/mar/14/nuclear-power-plant-accidents-list-rank>

Την ίδια ώρα, υπάρχουν επιστήμονες και περιβαλλοντικές οργανώσεις χαρακτηρίζουν παράλογη τη συζήτηση για την πυρηνική ενέργεια στη χώρα μας. Σύμφωνα με αυτούς η Ελλάδα θα πρέπει να κάνει ό,τι είναι δυνατόν για να προωθήσει τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας με τις οποίες η πυρηνική ενέργεια δεν είναι συμβατή. Υπενθυμίζουν την αρνητική στάση της χώρας μας στην κατασκευή πυρηνικού σταθμού στο Akuyu της Τουρκίας, καθώς και τις ενστάσεις που έχουν διατυπωθεί για τον πυρηνικό σταθμό που λειτουργεί κοντά στα βόρεια σύνορα μας (Βουλγαρία). Είναι γνωστή η άποψη του καθηγητή του Πανεπιστημίου Αθηνών Κώστας Καρτάλη που όταν κλήθηκε πριν από δέκα χρόνια να μελετήσει τις συνέπειες για την Ελλάδα ενός πυρηνικού ατυχήματος στον τότε προγραμματισμένο σταθμό Akugu ανέφερε, ότι *«Η πυρηνική ενέργεια δεν είναι αυτό που χρειαζόμαστε. Νομίζω ότι η προτεραιότητα για την Ελλάδα πρέπει να είναι η τετραπλή εξοικονόμηση ενέργειας: ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, αποθήκευση ενέργειας, διασυνδέσεις. Αν εργαστούμε προς αυτή την κατεύθυνση με συνέπεια, δεν θα έχουμε κανένα λόγο να εμπλακούμε στην περιπέτεια της πυρηνικής ενέργειας»*.

Είναι επίσης γνωστό ότι η πυρηνική ενέργεια απαιτεί σημαντικές και δαπανηρές υποδομές και σημαντικό χρόνο ανάπτυξης. Ο στόχος ενεργειακής απεξάρτησης μπορεί

να επιτευχθεί ταχύτερα και φθηνότερα με τη βιώσιμη ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. [4]

Ο σημαντικότερες περιβαλλοντικές οργανώσεις στην Ελλάδα δηλώνουν ότι η πυρηνική ενέργεια έχει ένα «κρυφό κόστος», (Νίκος Χαραλαμπίδης, διευθυντής του ελληνικού παραρτήματος της Greenpeace). Τονίζοντας ότι είναι μακράν η πιο ακριβή τεχνολογία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας όταν λαμβάνεται υπόψη το κόστος διαχείρισης των απορριμμάτων της και το κόστος διαχείρισης της μονάδας στο τέλος της ζωής της. Φαίνεται φτηνό μόνο αν «εξωτερικεύεις» αυτό το κόστος, δηλαδή κάνεις κάτι που δεν υπάρχει. Έτσι, από άποψη κόστους, η ηλιακή και η αιολική είναι οι φθηνότερες λύσεις για την παραγωγή ενέργειας. Στο δεύτερο επίπεδο, τα πυρηνικά είναι ασύμβατα με τις ΑΠΕ τα οποία για να είναι αποτελεσματικά, πρέπει να λειτουργούν ως αποκεντρωμένα συστήματα: σε στέγες, στη θάλασσα, στα βουνά, ώστε να υπάρχει σταθερότητα στην παραγωγή ενέργειας. Αντίθετα, οι πυρηνικοί σταθμοί βασίζονται σε κεντρικές μονάδες που πρέπει να λειτουργούν συνεχώς, δεν «σβήνουν» όταν υπάρχει περίσσεια ενέργειας. Επομένως, δεν μπορούν να λειτουργήσουν συμπληρωματικά.

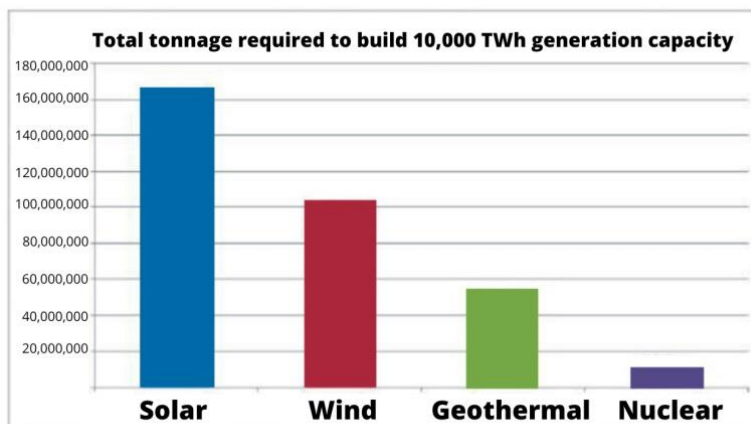
Όπως απέδειξε το πυρηνικό ατύχημα του Τσερνόμπιλ παλαιότερα και της Φουκουσίμα πρόσφατα, δεν υπάρχει ασφαλές πυρηνικό μπλοκ. Το ατύχημα στη Φουκουσίμα προήλθε από ένα τσουνάμι που έπληξε τον υπερσύγχρονο πυρηνικό, ο οποίος δεν μπορεί πλέον να λειτουργήσει, αλλά ούτε και να σβήσει, και η Ιαπωνική κυβέρνηση πρέπει να το ψύχει συνεχώς ρίχνοντας ραδιενεργό νερό στον Ειρηνικό Ωκεανό, το οποίο μπορεί πλέον να εντοπιστεί μέχρι την Καλιφόρνια. Δεν είναι αμελητέα επίσης η πιθανότητα μιας τρομοκρατικής επίθεσης. [1]

Αυξημένο κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας

Η πυρηνική ενέργεια παραμένει ακριβή ακόμη και σε χώρες όπως η Γαλλία όπου λειτουργούν πολλά γηρασμένα πυρηνικά εργοστάσια. Το μέσο κόστος παραγωγής πυρηνικής ενέργειας είναι περίπου 100 δολάρια ανά μεγαβατώρα. Σε σύγκριση με τα \$50 ανά μεγαβατώρα ηλιακής ενέργειας και \$30 έως \$40 ανά μεγαβατώρα για τις ανεμογεννήτριες. Έχει αποδειχτεί ότι το κόστος των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι πλέον ίσο ή χαμηλότερο από το κόστος των παραδοσιακών πηγών ενέργειας, δηλαδή των ορυκτών καυσίμων, και πολύ χαμηλότερο από το πυρηνικό.

Αν και θεωρητικά το υψηλό κόστος και ο μεγάλος χρόνος που απαιτείται για την κατασκευή πυρηνικών σταθμών θα έπρεπε να είχαν υποχωρήσει στον μισό αιώνα

ανάπτυξης και σε αντίθεση με άλλες τεχνολογίες, το κόστος της πυρηνικής ενέργειας αυξάνεται σταθερά. Ακόμη και οι υποστηρικτές της αναγνωρίζουν ότι δεν θα γίνει ποτέ ξανά ανταγωνιστική σε ένα περιβάλλον ελεύθερης αγοράς. Οι ειδικοί επιστήμονες κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι παρόλο που η πυρηνική ενέργεια είναι «μια αποδεδειγμένη πηγή χαμηλών εκπομπών άνθρακα ως πηγή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας», η βιομηχανία της πρέπει να αντιμετωπίσει τα σοβαρά προβλήματα κόστους, ασφάλειας και διάθεσης αποβλήτων. διαδραματίζουν ρόλο στη μελλοντική παραγωγή ενέργειας που ελέγχει το κλίμα. Είναι προφανές ότι στη διαδικασία διερεύνησης των δυνατοτήτων ανάπτυξης της Π.Ε. στην Ελλάδα, η παράμετρος αυτή είναι καθοριστική αφού η χώρα μας δεν είναι μια αγορά μεγάλων επενδύσεων που απαιτούνται. [6]



Source: Quadrennial technology review / Chapter 10: Concepts in integrated analysis / September 2015 / www.energy.gov

ΕΙΚΟΝΑ9. Συγκριτικό ιστόγραμμα για τη ποσότητα 1^{ns} ύλης που απαιτείται ανά πηγή ενέργειας. ΠΗΓΗ : <https://changeoracle.com/2022/07/20/nuclear-power-versus-renewable-energy/>

Μέσο και μακροπρόθεσμες επιπτώσεις και αντιμετώπιση της διαρρέουσας ακτινοβολίας.

Τα καταστροφικά πυρηνικά ατυχήματα, αν και σπάνια, μπορούν να προκαλέσουν τεράστια επίπεδα σωματικών και ψυχολογικών συνεπειών καθώς η ιατρική επιστήμη υποστηρίζει ότι υπάρχουν όψιμες επιπτώσεις της ακτινοβολίας. Κανένα τεχνολογικό σύστημα δεν είναι τέλειο, αλλά η ευπάθεια της πυρηνικής ενέργειας είναι πολύ μεγάλη. Οι βελτιώσεις στο σχεδιασμό δεν μπορούν να εξαλείψουν την πιθανότητα θανατηφόρων κατάρρευσης. Τέτοιες πιθανότητες είναι το αποτέλεσμα εξαιρετικών καιρικών συνθηκών, γεωφυσικών γεγονότων όπως σεισμοί, ηφαίστεια και τσουνάμι (όπως αυτό που προκάλεσε την καταστροφή της Φουκουσίμα), τεχνικά προβλήματα και αναπόφευκτα ανθρώπινα λάθη. Η ίδια η κλιματική αλλαγή λειτουργεί κατά των πυρηνικών σταθμών, καθώς οι έντονες ξηρασίες οδηγούν σε διακοπή λειτουργίας του αντιδραστήρα, καθώς το περιβάλλον νερό γίνεται πολύ ζεστό για να ψυχθεί ο πυρήνας.

Αυτά τα στοιχεία στη περίπτωση της χώρας μας με ένα υψηλό τεκτονικό δυναμικό και αυξημένη πιθανότητα σεισμών είναι εύλογο να δημιουργού σημαντικό προβληματισμό. Πέραν αυτού η χώρα μας δεν έχει αναπτύξει μέχρι σήμερα ένα σύστημα Πολιτικής Προστασίας που να μπορεί να ανταποκριθεί σε ένα τέτοιο ατύχημα.

Οι υποστηρικτές των πυρηνικών υποβαθμίζουν συνήθως τις καταστροφικές συνέπειες στη Φουκουσίμα και στο Τσερνόμπιλ. Επισημαίνουν ότι σε αυτές τις δύο καταστροφές καταγράφηκαν σχετικά λίγοι άμεσοι θάνατοι. Το χάος και στις δύο καταστροφές και η εξαιρετικά κακή διαχείριση της κρίσης από τις αρχές οδήγησαν σε μεγάλη διαφορά στις εκτιμήσεις. Ωστόσο, οι ενημερωμένοι επιστημονικοί υπολογισμοί σε σχέση με το Τσερνόμπιλ προβλέπουν μελλοντικούς θανάτους από το Τσερνόμπιλ από δεκάδες χιλιάδες έως μισό εκατομμύριο. Μελέτες στο Τσερνόμπιλ και τη Φουκουσίμα αποκαλύπτουν επίσης μια ψυχολογική αναπηρία λόγω φόβου αόρατης μόλυνσης. Αυτός ο φόβος κυριεύσε τη Χιροσίμα και το Ναγκασάκι, και οι άνθρωποι στη Φουκουσίμα συνδέουν οδυνηρά την εμπειρία τους με αυτή των πόλεων που βομβαρδίστηκαν με ατομικά. Η κατάσταση στη Φουκουσίμα δεν είναι ακόμη ασφαλής. Αυτός ο φόβος κατέκλυσε και το Τσερνόμπιλ, όπου σημειώθηκε τεράστια κίνηση αναγκαστικών εκτοπίσεων και όπου ολόκληρες περιοχές δηλητηριάστηκαν από ακτινοβολία και παραμένουν ακατοίκητες. Ο συνδυασμός των πραγματικών και των αναμενόμενων επιπτώσεων της ακτινοβολίας και του φόβου της αόρατης μόλυνσης εμφανίζεται οπουδήποτε χρησιμοποιήθηκε πυρηνική τεχνολογία. Αυτό συμβαίνει όχι μόνο σε πόλεις που βομβαρδίζονται με πυρηνικά όπλα και σε μεγάλα ατυχήματα, αλλά και σε περιπτώσεις όπως το Hanford στο Ηνωμένο Βασίλειο, σε σχέση με τα απόβλητα πλουτωνίου από την κατασκευή της βόμβας του Ναγκασάκι, στα RockyFlats, μετά από δεκάδες πυρηνικά εργοστάσια, οι χώροι πυρηνικών δοκιμών στη Νεβάδα (Η.Π.Α.) καθώς και οι στρατιώτες εκτέθηκαν σε ακτινοβολία από πυρηνικές δοκιμές, και στα Νησιά Μάρσαλ, τον κύριο χώρο δοκιμών της βόμβας H-Bomb, όπου πρόσφατες μετρήσεις έδειξαν ότι ακόμη και σήμερα παραμένει το πιο ραδιενεργό σημείο στον πλανήτη . [7]

Η ΕΕΑΕ και οι προοπτικές ανάπτυξης πυρηνικής τεχνολογίας στην Ελλάδα

Από τα παραπάνω είναι σε όλους κατανοητό πόσο δύσκολο είναι να αναπτυχθεί στην χώρα μας η πυρηνική ενέργεια (Π.Ε.) για ηλεκτροπαραγωγή, με δεδομένο ότι μέχρι

σήμερα δεν υπάρχει καμία εμπειρία στο τομέα αυτόν. Προφανώς για την εκκίνηση της όποιας προσπάθειας απαιτείται συνεργασία με εξειδικευμένες εταιρείες στον τομέα της Π.Ε. καθώς επίσης και στη κατασκευή – εγκατάσταση – λειτουργία πυρηνικών σταθμών. Η έλλειψη εμπειρίας στην χώρα μας στον συγκεκριμένο τομέα, δεν σημαίνει απαραίτητα ότι η γνώση σε επιστημονικό – ερευνητικό επίπεδο είναι ανύπαρκτη. Αντίθετα η ύπαρξη και λειτουργία του ερευνητικού κέντρου «Δημόκριτος», καθώς επίσης και της Ελληνικής Επιτροπής Ατομικής Ενέργειας (ΕΕΑΕ) έχουν να επιδείξουν σημαντική τεχνογνωσία και δραστηριότητα στους τομείς του ελέγχου, της ρύθμισης και της εποπτείας της πυρηνικής ενέργειας, πυρηνικής τεχνολογίας, ραδιολογικής, πυρηνικής ασφάλειας και ακτινοπροστασίας. Ειδικότερα η ΕΕΑΕ έχει νομικά θεσμοθετημένη την αρμοδιότητα του καθορισμού των κανόνων ασφαλείας και της διασφάλισης της συμμόρφωσης με το θεσμικό πλαίσιο, αφού έχει ως κύριο αντικείμενο την ασφάλεια όσων σχετίζονται με την ραδιενέργεια. [1]

Είναι κατανοητό όμως ότι η ΕΕΑΕ ως οργανισμός και τα έμπειρα στελέχη που διαθέτει, δεν έχουν την επαρκή τεχνογνωσία την εγκατάσταση και λειτουργία ενός πυρηνικού σταθμού στην Ελλάδα. Για να πραγματοποιηθεί αυτό επιτυχώς και με ασφάλεια ένας μεγάλος αριθμός εξειδικευμένου προσωπικού, υπολογίζεται περί τα 1000 άτομα που θα λειτουργήσουν τον συγκεκριμένο τομέα.

Συνεπώς ένα άλλο σημαντικό στοιχείο που δυσκολεύει την ανάπτυξη της Π.Ε. στην χώρα μας είναι η έλλειψη ειδικευμένου προσωπικού (επιστημονικού και εργατοτεχνικού). Αυτό το εγγενές μειονέκτημα μπορεί μακροπρόθεσμα, εφόσον τεθεί ως στόχος, να αντιμετωπιστεί με την είσοδο και εκπαίδευση σε εξειδικευμένες σχολές (πανεπιστημιακές) φοιτητών, οι οποίοι μετά από μια 10ετία, όπως ήδη συνέβη στις Η.Π.Α., θα αποτελέσουν το ανθρώπινο δυναμικό για την ανάπτυξη της Π.Ε. στην χώρα μας. Αυτός ο στρατηγικός στόχος μπορεί να επιτευχθεί και με την ίδρυση μεταπτυχιακών προγραμμάτων σπουδών συνδεδεμένα με την προοπτική ανάπτυξης Π.Ε.

Πέραν αυτών, τουλάχιστον στο αρχικό στάδιο θα απαιτηθεί στενή συνεργασία με χώρες και εταιρείες του εξωτερικού που έχουν ήδη εγκαταστήσει πυρηνικούς σταθμούς ή έχουν συμμετάσχει στην κατασκευή και λειτουργία. Ένα καλό παράδειγμα αποτελεί η γειτονική Τουρκία η οποία συνεχίζει να στέλνει φοιτητές από τα πανεπιστήμια της στη Ρωσία, με υποτροφίες, για να επιμορφωθούν στην Π.Ε.



ΕΙΚΟΝΑ 10. Γενική εξωτερική άποψη εργοστασίου ηλεκτροπαραγωγής από Π.Ε.

ΠΗΓΗ : <https://www.thealternative.org.uk/dailyalternative/2019/9/28/nuke-power-too-expensive-too-slow>

Στην υποθετική περίπτωση που παρθεί απόφαση για ανέγερση πυρηνικού σταθμού στην χώρα μας, θα απαιτηθεί το Ελληνικό Δημόσιο σε συνεργασία με την ΕΕΑΕ, να συνάψουν συμφωνία συνεργασίας με μια έμπειρη χώρα στην παραγωγή ενέργειας από πυρηνικά με πρώτο μέλημα να εκπαιδεύσει τους νέους Έλληνες επιστήμονες. Έχοντας ως δεδομένο ότι για την κατασκευή και έναρξη λειτουργίας ενός τέτοιου σταθμού θα απαιτηθεί μεγάλος χρόνος αφού όλα τα στάδια (σχεδιασμός, μελέτες, αδειοδοτήσεις, κατασκευή, μεταφορά εξοπλισμού, δοκιμές κ.α.α) είναι μια χρονοβόρα διαδικασία της οποίας τα βήματα πρέπει να γίνονται προσεκτικά και σταθερά. Έτσι θα υπάρξει ο χρόνος να θεσπιστούν ειδικά (για την Π.Ε.) μεταπτυχιακά προγράμματα, τα οποία θα τεθούν υπό την αιγίδα του «Δημόκριτου», μέσω των οποίων θα βγούν εξειδικευμένα στελέχη σε θέματα Π.Ε. Ένας κύριος παράγοντας που πρέπει να συνυπολογιστεί για κατασκευή πυρηνικού σταθμού, είναι και οι έλληνες επιστήμονες και τεχνικοί που εργάζονται από χρόνια σε προηγμένες χώρες στην Π.Ε. Οπωσδήποτε η τεχνογνωσία και η εμπειρία αυτών μπορεί να είναι μια σημαντική βάση εκκίνησης. Ίσως αυτό να αποτελέσει και το έναυσμα για επαναπατρισμό για πολλούς από τους επιστήμονες αυτούς.

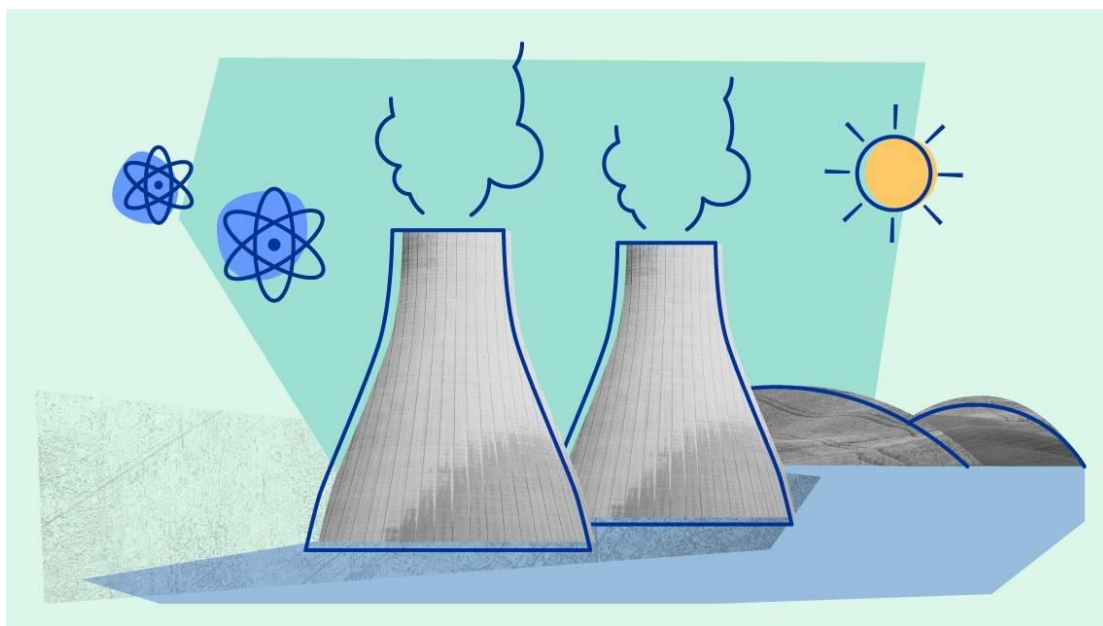
Αρμοδιότητα της ΕΕΑΕ είναι να διασφαλίσει την υγιεινή των εργαζομένων που έρχονται σε επαφή με την ραδιενέργεια. Η ΕΕΑΕ παρακολουθεί τις επιστημονικές εξελίξεις σε διεθνές επίπεδο που έχουν να κάνουν με την ασφάλεια της Π.Ε. καθώς και τα μέτρα ασφαλείας τα οποία να μπορούν να εφαρμοσθούν και στην Ελλάδα. Διεθνώς το θέμα της ασφάλειας είναι το σημαντικότερο θέμα μιας πυρηνικής μονάδας, επειδή έχει βαριά αποτελέσματα στην ανθρώπινη υγεία και το φυσικό περιβάλλον.

Είναι πολύ σημαντική η απόκτηση υψηλής τεχνογνωσίας στον τομέα της Π.Ε. και ειδικά σε ό,τι αφορά στην πυρηνική ασφάλεια. Μόνο έτσι η χώρα μας θα καταφέρει να παρακάμψει την προκατάληψη και να επιταχύνει τις διαδικασίες που απαιτούνται για να εγκατασταθεί και να λειτουργήσει ένας πυρηνικός αντιδραστήρας, με ταυτόχρονη μείωση της δαπάνης που απαιτείται. [1]

6. ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΠΥΡΗΝΙΚΟ ΣΤΑΘΜΟ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.

Στην Ελλάδα είναι παγιωμένη η άποψη πως η πυρηνική ενέργεια είναι κάτι επικίνδυνο, επισημαίνει ότι πρόκειται για ένα θέμα πολύ μυθοποιημένο. Όπως σε όλα τα στερεότυπα, υπάρχει και μια δόση αλήθειας, αλλά και μια μεγάλη δόση υπερβολής. Η πραγματικότητα είναι ότι είναι μια πολύ σοβαρή τεχνολογία, που για να λειτουργήσει πρέπει να τη σεβαστούμε. Το κύριο επιχείρημα υπέρ της πυρηνικής ενέργειας είναι το οικονομικό, αφού οι αναπτυγμένες χώρες, δεν μπορούν να γίνουν πιο ανταγωνιστικές με φθηνή εργασία και μισθούς εξαθλίωσης, αλλά με φθηνότερη ενέργεια. Ο καθοριστικός συντελεστής ανάπτυξης είναι το κόστος ενέργειας, όχι το κόστος εργασίας. Αυτό το

δεδομένο δεν ισχύει για την χώρα μας αφού η Ελλάδα με τα δεδομένα που έχουμε, δεν πρόκειται ποτέ να γίνει ανταγωνιστική με χαμηλούς μισθούς και αυξημένη ανεργία. Η ενέργειά που χρησιμοποιεί σήμερα η χώρα μας είναι ακριβή για πολλούς λόγους. Στο συνολικό μείγμα της ενέργειας κυριαρχεί το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, που είναι ακριβά καύσιμα πλέον και θα είναι ακριβά στο μέλλον. Άλλωστε οι τιμές των υδρογονανθράκων δεκαπλασιάστηκαν την προηγούμενη δεκαετία και δεν φαίνεται να μπορούν να επιστρέψουν στα προηγούμενα επίπεδα» προσθέτει. Η σημασία του κόστους ενέργειας όσον αφορά στην ανάπτυξη της χώρας είναι μεγάλη αφού έχουμε από τις υψηλότερες τιμές ηλεκτρικής ενέργειας στην Ευρώπη, και αυτό πρέπει να αλλάξει. Πολλοί ειδικοί πιστεύουν ότι πρέπει να τεθεί ως εθνικός στόχος η μείωση του κόστους της μέσης ελληνική μεγαβατώρας κάτω από τα 40 ευρώ. Ως εκ τούτου θεωρείται απολύτως αναγκαία για τη χώρα μας η κατασκευή πυρηνικών σταθμών. Η χώρα μας χρειάζεται περίπου 60.000 γιγαβατώρες το χρόνο όσον αφορά την ηλεκτρική ενέργεια. Σύμφωνα με τους υπολογισμούς μια πυρηνική γιγαβατώρα θα μας κόστιζε περίπου 10.000 ευρώ. Σήμερα στη ΔΕΗ, με τα καύσιμα που χρησιμοποιεί, μία γιγαβατώρα κοστίζει περίπου γύρω στις 80- 100.000 ευρώ. Το κοστολόγιο για τους καταναλωτές είναι περίπου 160.000 ευρώ για τη βιομηχανική γιγαβατώρα, 170.000 ευρώ για την αστική γιγαβατώρα, και 180.000 για τη εμπορική γιγαβατώρα». Από οικονομικής πλευράς λοιπόν είναι συμφέρουσα η ηλεκτροπαραγωγή στην χώρα μας από Π.Ε. το κύριο ερώτημα όμως παραμένει αν η χώρα έχει τη δυνατότητα να αποκτήσει την πυρηνική τεχνολογία, καθώς πρόκειται για μια περίπτωση «ειδικής» τεχνολογίας, εφόσον η πρόσβαση μιας χώρας σε αυτήν εξαρτάται από τη θέση της στη διεθνή κοινότητα. Η χώρα μας ανήκει στην ομάδα των ανεπτυγμένων χωρών και έχει δυνατότητες πρόσβασης στην πυρηνική τεχνολογία, αλλά αυτό είναι κάτι που πρέπει να προκύψει από πρωτοβουλίες εθνικές, κρατικές. Όσον αφορά τα επιμέρους ζητήματα που προκύπτουν γύρω από την πυρηνική ενέργεια (ασφάλεια, πυρηνικά απόβλητα), με δεδομένο ότι η χώρα μας ανήκει στην Ε.Ε. υπάρχουν κάποιες δυνατότητες να τα λύσουμε μέσα από συμφωνίες με άλλα κράτη μέλη που διαθέτουν εμπειρία σε αυτόν τον τομέα. Ήδη στην Ε.Ε. συζητείται για την επίλυση του προβλήματος των αποβλήτων η δημιουργία ενός ευρωπαϊκού συστήματος διαχείρισης πυρηνικών αποβλήτων που θα εξυπηρετεί όλα τα κράτη μέλη. [7]



ΕΙΚΟΝΑ 11. Σκίτσο που απεικονίζει τις 3 μορφές ενέργειας (πυρηνική, θερμοηλεκτρική και ηλιακή)

ΠΗΓΗ: <https://www.iaea.org/newscenter/news/what-is-nuclear-energy-the-science-of-nuclear-power>

Ένα άλλο θέμα που γέρνει την πλάστιγγα υπέρ της Π.Ε. σε αντιδιαστολή με τις ΑΠΕ, στην χώρα μας είναι ότι το ηλεκτρικό σύστημα δεν μπορεί να λειτουργήσει με διαλειπόμενη ενέργεια. Οι ΑΠΕ είναι ειδικών εφαρμογών, περιορισμένης απόδοσης και δεν υποκαθιστούν το καύσιμο, αν και όντως συνεισφέρουν στην ικανοποίηση της ζήτησης αιχμής. Ωστόσο, ως σημαντικό όφελος από τη χρήση τους θεωρεί το ότι «υποχρεώνουν» σε εκσυγχρονισμό του δικτύου ηλεκτροδότησης. Το κόστος των αιολικών συστημάτων και η απαιτούμενη σωστή λειτουργία τους, απαιτούν σχετικά πολύπλοκα ενεργειακά δίκτυα που και αυτά με τη σειρά τους ανεβάζουν το κόστος. Τα αιολικά πάρκα δεν είναι απρόσβλητα από μεγάλες φυσικές καταστροφές και θεομηνίες. Σχετικά με το θέμα της αυξημένης σεισμικότητας της χώρας μας εκτιμάται ότι δεν είναι πρόβλημα οι σεισμοί για την Ελλάδα, με την αντίληψη ότι θα πάμε σε περιοχές χαμηλής σεισμικότητας σχετικά, και οι αντιδραστήρες θα σχεδιαστούν με μεθοδολογία για την αντιμετώπιση τέτοιου φαινομένου. Η χώρα όμως έχει πολύ σοβαρή κατασκευαστική εμπειρία και τα αναπτυξιακά οφέλη επίσης θα είναι τεράστια. Σχετικά με την αρνητική στάση της κοινής γνώμης για την ενδεχόμενη χρήση της Π.Ε. με δεδομένο ότι η Ελλάδα είναι συντηρητική ως κοινωνία και για την αλλαγή κάποιων στερεότυπων χρειάζονται να παρθούν απότομες αποφάσεις, αλλά έτσι παρθούν και οι Έλληνες μπουν στο νόημα για κάτι που χρειάζεται η χώρα, όλοι θα το αγκαλιάσουν.

Η πυρηνική ενέργεια διαθέτει τεράστια πλεονεκτήματα, αλλά και ένα βαρύτατο μειονέκτημα, τα πυρηνικά απόβλητα. Στην περίπτωση της Ελλάδας ένα μελλοντικό πυρηνικό εργοστάσιο πρέπει να χτιστεί σε γεωλογικά κατάλληλη (ασεισμική) περιοχή, υπάρχουν τέτοιες περιοχές στη χώρα μας. Οι τεχνολογικοί όμιλοι που είναι σε θέση να στήσουν ένα τέτοιο εργοστάσιο είναι διαθέσιμες από τη Ρωσία και την Κίνα μέχρι τη Γαλλία και τις ΗΠΑ. Υπάρχει δηλαδή υπερπροσφορά που θα συμβάλει στη πτώση της δαπάνης κατασκευής. Όσον αφορά στον μηχανολογικό εξοπλισμό υπάρχουν και χώρες της Ε.Ε. που παράγουν, όπως η Γερμανία, που ως σημειωθεί πουλιούνται σε τιμές προσφοράς. Ένα τέτοιο έργο θα έδινε πολλές θέσεις εργασίας σε Έλληνες μηχανικούς, τεχνικούς και απλό εργατικό προσωπικό. Με τη σωστή μεταφορά τεχνογνωσίας από τους ειδικούς που θα αναλάμβαναν το έργο, θα ήταν δυνατόν να αναπτυχθεί ο σχετικός τεχνολογικός κλάδος και στην Ελλάδα. Ας σημειωθεί ότι ένα πυρηνικό εργοστάσιο είναι σκόπιμο να λειτουργεί όσο το δυνατόν περισσότερα χρόνια. Βεβαίως πρέπει να είναι πάντοτε άψογα συντηρημένο και να διαθέτει την πιο αξιόπιστη τεχνολογία, που ως σημειωθεί, εξελίσσεται συνέχεια. [7]

Στις αρχές της νέας χιλιετίας, οι «Ανανεώσιμες» Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) θεωρούνταν η λύση για την αντιμετώπιση της ζήτησης ενέργειας και τη μείωση των εκπομπών. Αρκετές χώρες επένδυσαν τεράστιους πόρους στις ΑΠΕ, μέσω οικονομικής στήριξης με βάση την παραγόμενη δυναμικότητα και την ενέργεια. Τώρα, τα όρια αυτής της πολιτικής αναδεικνύονται, ιδίως λόγω του αυξημένου ενεργειακού κόστους και της επιτεύξης σημαντικής μείωσης των εκπομπών ρύπων και αερίων του θερμοκηπίου.

Παράλληλα φαίνεται να ενισχύεται η άποψη ότι πυρηνική ενέργεια έχει τη δυνατότητα να μειώσει την εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα και τις εκπομπές. Παρότι στην χώρα μας αλλά και στο μεγαλύτερο μέρος των χωρών η υποστήριξη στην πυρηνική ενέργεια έχει μειωθεί σημαντικά μετά τα τρία μεγάλα πυρηνικά ατυχήματα: Three-Miles Island (1979), Chernobyl (1986) και Fukushima-Daiichi (2011) σήμερα η συζήτηση αυτή γίνεται ολοένα και περισσότερο επίκαιρη.

Η τρέχουσα περιβαλλοντική κατάσταση αναγκάζει πολλούς οργανισμούς (π.χ. ΙΕΑ, IPCC, ΟΗΕ) να επανεξετάσουν τη χρήση της πυρηνικής ενέργειας ως τεχνολογίας χαμηλών εκπομπών άνθρακα. Ιδιαίτερα στη χώρα μας τελευταία υπογραμμίζονται τα

πλεονεκτήματα της ύπαρξης πυρηνικής ενέργειας στο ενεργειακό μας μείγμα, μαζί με τις ΑΠΕ. Αντίθετα, άλλες βιομηχανικές χώρες εξακολουθούν να εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τα ορυκτά καύσιμα και αυτό δεν επιτρέπει σημαντική μείωση των εκπομπών.

Η πυρηνική ενέργεια απελευθερώνει πολύ χαμηλές εκπομπές, λαμβάνοντας υπόψη τόσο την κατασκευή όσο και τη λειτουργία των αντιδραστήρων. Η πυρηνική ενέργεια παρουσιάζει εκπομπές χαμηλότερες από τον άνθρακα, αλλά και από την ηλιακή, αφού η παραγωγή φωτοβολταϊκών πλαισίων είναι μια ρυπογόνος λειτουργία.

Σε ότι αφορά στη πυκνότητα ενέργειας, οι πυρηνικές αντιδράσεις επιτρέπουν στην ενεργειακή πυκνότητα του πυρηνικού καυσίμου να επιτύχει συντριπτικές τιμές σε σχέση με τα καύσιμα που βασίζονται σε χημικές αντιδράσεις. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν το φυσικό αέριο και ο άνθρακας, με μεγάλα μερίδια στην ιταλική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, και το ουράνιο. Η πυρηνική απαιτεί τάξεις μεγέθους λιγότερα καύσιμα για να παράγει την ίδια ποσότητα ενέργειας από το αέριο και τον άνθρακα. Η υψηλότερη ενεργειακή πυκνότητα μπορεί να μεταφραστεί απευθείας σε μικρότερους όγκους καυσίμου προς εξόρυξη και μεταφορά και λιγότερα απόβλητα.

Η Dispatchability είναι η ικανότητα μιας πηγής ενέργειας να αξιοποιείται όταν χρειάζεται, λαμβάνοντας υπόψη τη ζήτηση, η οποία ποικίλλει κατά τη διάρκεια της ημέρας και εποχιακά. Στην χώρα μας παρά τις λίγες μεγάλες βιομηχανικές μονάδες που διαθέτει, υπάρχουν διάσπαρτες (λόγω του νησιωτικού χαρακτήρα της χώρας) πολλές υποδομές που δεν μπορούν να αντέξουν οικονομικά την απώλεια ηλεκτρικής ενέργειας (π.χ. βιομηχανίες, νοσοκομεία κ.λπ.). Επίσης λόγω της τουριστικής κίνησης πολλές περιοχές τους μήνες του τουρισμού απαιτούν πολλαπλάσια ενέργειας για κατανάλωση, οπότε αυτό το κριτήριο είναι πολύ σημαντικό.

Κάθε πηγή ενέργειας είναι σχεδόν άχρηστη εάν οι σχετικοί πόροι δεν είναι επαρκώς άφθονοι για να στηρίξουν την τρέχουσα και την προβλεπόμενη ενεργειακή ζήτηση. Ενώ οι ΑΠΕ έχουν διαθεσιμότητα που δεν σχετίζεται με τα καύσιμα, το πυρηνικό και το ορυκτό μέλλον καθορίζεται αυστηρά από την ποσότητα των διαθέσιμων αποθεμάτων. Λαμβάνοντας υπόψη την πρόβλεψη ότι σε παγκόσμιο επίπεδο η επάρκεια για κατανάλωση του ουράνιου είναι περίπου 300 χρόνια κατανοούμε το βάθος χρόνου

Το κόστος κατασκευής ενός πυρηνικού σταθμού στην Ελλάδα μπορεί να είναι ένα από τα σχετικά μειονεκτήματα, ωστόσο, η υιοθέτηση της πυρηνικής ενέργειας στην Ελλάδα θα αποφέρει επίσης πολλαπλά οικονομικά οφέλη. Πρώτα, το κόστος των εισαγωγών

ηλεκτρικής ενέργειας από ξένες χώρες θα μειωνόταν ή θα ακυρώνονταν. Ομοίως, θα μειωνόταν και η ποσότητα των ορυκτών καυσίμων που εισάγονται (κυρίως φυσικού αερίου) μαζί με το κόστος τους. Υπάρχουν επίσης ορισμένα κρυφά κόστη παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας όπως είναι το κόστος που σχετίζεται με την υγιεινή λόγω της ασθένειας που προκαλείται από την ατμοσφαιρική ρύπανση και ο καρκίνος του πνεύμονα.

Η παράμετρος κόστος σχετίζεται με την κατασκευή ενός πυρηνικού σταθμού αφού απαιτεί τη δημιουργία μιας επιχείρησης έντασης κεφαλαίου, καθώς η αρχική επένδυση θα μπορούσε να αντιπροσωπεύει περίπου το 80 % του κόστους ηλεκτρικής ενέργειας. Το άλλο 20% οφείλεται στα καύσιμα (5%) και στη λειτουργία και συντήρηση (15%).

Είναι κατανοητό ότι στην Ελλάδα με το τραπεζικό σύστημα να έχει περιορισμένη δυνατότητα χρηματοδότησης επενδύσεων και τα δημόσια οικονομικά περιορισμένα μια τέτοια επένδυση φαντάζει δύσκολη στην υλοποίηση της. Αν και η πυρηνική ενέργεια δεν είναι ανταγωνιστική με τα ορυκτά καύσιμα για το κόστος κεφαλαίου, είναι οικονομικά ανταγωνιστική με τις ΑΠΕ. Λόγω του υψηλού κεφαλαιακού κόστους των πυρηνικών σταθμών, απαιτείται οπωσδήποτε πολιτική σταθερότητα κάτι που είναι θεμελιώδες για την προσέλκυση επενδυτών. Καμία εταιρεία δεν θα διακινδύνευε μια υψηλή επένδυση στην Ελλάδα χωρίς τη διασφάλιση σταθερότητας των ενεργειακών πολιτικών σε περιόδους συγκρίσιμες με τον χρόνο απόσβεσης της μονάδας. [7]

Η πυρηνική ενέργεια παράγει απόβλητα, όπως όλες οι πηγές ενέργειας, ωστόσο, το πυρηνικό καύσιμο παράγει μια σχετικά μικρή ποσότητα ραδιενεργών αποβλήτων, τα οποία πρέπει να αντιμετωπίζονται με ασφάλεια για την προστασία της ανθρώπινης υγείας και του περιβάλλοντος. Η ασφάλεια βασίζεται στον πλεονασμό και τη συμπληρωματικότητα. Το σύστημα πολλαπλών φραγμών, που περιλαμβάνει τόσο γεωλογικούς φραγμούς όσο και μηχανικά εμπόδια, υιοθετείται για την απομόνωση των αποβλήτων από τη βιόσφαιρα.

Στην Ελλάδα, τα λίγα ραδιενεργά απόβλητα που παράγονται αποθηκεύονται στις εγκαταστάσεις παραγωγής, ενώ τα απόβλητα από βιομηχανικούς, E&A και ιατρικούς τομείς αποθηκεύονται σε προσωρινές εγκαταστάσεις. Σε περίπτωση ανάπτυξης της πυρηνικής ενέργειας στην χώρα μας θα απαιτηθεί να σχεδιαστεί ένα νέο πολύ μεγαλύτερο πρόγραμμα αποθήκευσης και διάθεσης των αποβλήτων που θα περιλαμβάνει νέες

συμφωνίες για την αναβολή της επιστροφής των αποβλήτων ή η βελτίωση ή η κατασκευή νέων αποθετηρίων σε επιλεγμένες τοποθεσίες για την προσωρινή τους αποθήκευση.

Η δημόσια αποδοχή είναι το μεγαλύτερο εμπόδιο ενάντια στην επανεισαγωγή της πυρηνικής ενέργειας στην Ιταλία. Μετά τα ατυχήματα του Τσερνομπίλ και της Φουκουσίμα-Νταϊτσι, υπήρξε μια ισχυρή αντιπυρηνική εκστρατεία, η οποία είχε ως αποτέλεσμα έναν αντιληπτό κίνδυνο που σχετίζεται με τα πυρηνικά υψηλότερα από τον πραγματικό. Στην Ιταλία τα αποτελέσματα ήταν οι δύο ψήφοι κατά της πυρηνικής ενέργειας το 1987 και το 2011.

Ωστόσο, η πλειονότητα του κοινού δεν γνωρίζει ότι η Ιταλία μπορεί να θεωρηθεί ακόμα στον πυρηνικό τομέα από πολλές απόψεις: E&A σε ερευνητικά κέντρα και πανεπιστήμια, βιομηχανικές δραστηριότητες για εξαγωγές, διαχείριση πυρηνικών αποβλήτων από τον παλιό πυρηνικό σταθμό και άλλους τομείς. , εγγύτητα σε ξένο πυρηνικό σταθμό κοντά στα ιταλικά σύνορα. [7]

Η αύξηση της κοινωνικής αποδοχής της Π.Ε. στην Ελλάδα

Παρά το γεγονός ότι η κοινωνική αποδοχή παίζει σημαντικό ρόλο στην εγκατάσταση και ανάπτυξη της πυρηνικής ενέργειας, δεν υπάρχουν επαρκείς έρευνες που εξετάζουν τους παράγοντες που επηρεάζουν την κοινωνική αποδοχή. Μια ικανοποιητική έρευνα είναι αυτή του Παν/μιου Ιωαννίνων εξετάζει τα έξι κύρια κριτήρια που επηρεάζουν την κοινωνική αποδοχή.

Η ελληνική κοινή γνώμη για την πυρηνική ενέργεια [5]

Ήδη από το 2008, πολύ πριν δηλαδή το πυρηνικό ατύχημα στη Φουκουσίμα της Ιαπωνίας, η PublicIssue είχε καταγράψει την αρνητική στάση της ελληνικής κοινής γνώμης απέναντι στην πυρηνική ενέργεια και την ανησυχία των Ελλήνων πολιτών για τους πυρηνικούς αντιδραστές.

Ειδικότερα, τα ευρήματα του Περιβαλλοντικού Βαρόμετρου για το 2008 και το 2009 αποκάλυψαν τα εξής:

8 στους 10 πολίτες (81%) θεωρούν πιθανό ότι θα συμβεί σοβαρό ατύχημα σε κάποιο πυρηνικό εργοστάσιο στον κόσμο κατά την επόμενη δεκαετία και περισσότεροι από τους μισούς (56%) τάσσονται υπέρ της διακοπής λειτουργίας αυτών των εργοστασίων.

7 στους 10 πολίτες (70%) γνωρίζουν τη χρήση της πυρηνικής ενέργειας σε γειτονικές χώρες και η πλειοψηφία (85%) εκφράζει ανησυχία για αυτό.

Όσον αφορά τη λειτουργία των πυρηνικών αντιδραστήρων, το 96% των πολιτών εστιάζουν στη μεγάλη σημασία ενός ατυχήματος και αξιολογούν το επίπεδο ασφάλειας των πυρηνικών σταθμών στο 4,65 σε κλίμακα από το 1 έως το 10, με το 10 να αντιπροσωπεύει την υψηλότερη δυνατή ασφάλεια. [5]

Περίπου 4 στους 10 πολίτες (41%) εκφράζουν την άποψη ότι η πυρηνική ενέργεια έχει τις μεγαλύτερες επιπτώσεις στο περιβάλλον σε σύγκριση με άλλες μορφές ενέργειας.

Περίπου 6 στους 10 πολίτες (62%) διαφωνούν με την άποψη ότι η πυρηνική ενέργεια δίνει λύση στο ενεργειακό πρόβλημα της χώρας και το 82% των πολιτών είναι αντίθετο στη χρήση της για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα.

Αντί της πυρηνικής ενέργειας, στην Ελλάδα προτιμάται η αξιοποίηση ηλιακής (47%) και αιολικής ενέργειας (26%), αλλά και φυσικού αερίου (8%).

- Η βαθιά γνώση της πυρηνικής ενέργειας μεταξύ των πολιτών φαίνεται να είναι εξαιρετικά χαμηλή. Σε όλες τις ερωτήσεις που αφορούσαν τον βαθμό γνώσης, το μεγαλύτερο ποσοστό απάντησε «ουδέτερο».
- Οκτώ στους δέκα 10 συμμετέχοντες δήλωσαν ότι δεν επιθυμούν να βρεθούν κοντά σε ένα πυρηνικό εργοστάσιο παραγωγής ενέργειας.

Μόνο η γνώση για την πυρηνική ενέργεια μπορεί να επηρεάσει αποτελεσματικά την αποδοχή της γιατί μόνο με αυτό τον τονίζεται η αναγκαιότητα της.

Έχοντας επίγνωση της αναγκαιότητας δημιουργίας πυρηνικών σταθμών, για το ενεργειακό μέλλον τόσο της Ελλάδας όσο και παγκοσμίως, το ελληνικό κράτος οι κυβερνήσεις πρέπει να επικεντρωθούν στην αποτελεσματική επικοινωνία και εκπαίδευση για την πυρηνική ενέργεια. Είναι απαραίτητο να κατανοήσουμε ότι οι γνωστικές ελλείψεις και οι απόψεις των πολιτών που να τους επηρεάσουν ως προς την αποδοχή ή μη των πυρηνικών ενέργειας μπορούν να προσαρμοστούν με την υλοποίηση προγραμμάτων.

Ένα παράδειγμα, θα ήταν οργάνωση διαλέξεων για την πυρηνική ενέργεια σε σχολεία, οργανισμούς και επιχειρήσεις έτσι ώστε οι μαθητές και το ευρύ κοινό να είναι ενημερωμένοι για τον μηχανισμό παραγωγής πυρηνικής ενέργειας και τη λειτουργία πυρηνικών σταθμών.

Σε ότι αφορά την ασφάλεια της Π.Ε. οι κυβερνήσεις πρέπει να καθησυχάσουν τους πολίτες για την ασφαλή λειτουργία πυρηνικών σταθμών, αφού τα πυρηνικά ατυχήματα έχουν ανησυχήσει τους πολίτες, κάνοντας τους να αισθάνονται ανασφαλείς. Είναι προφανές ότι απαιτείται περαιτέρω έρευνα όσον αφορά την κοινωνική αποδοχή, αλλά και τη βελτίωση της δημόσιας πολιτικής για πυρηνική ενέργεια. Επίσης κρίνεται απαραίτητο να συμπεριληφθούν κεφάλαια ενότητες που σχετίζονται με την πυρηνική ενέργεια στα σχολικά εγχειρίδια. Από δημοτικού έως λυκείου, αναφορές σε θέματα πυρηνικής ενέργειας είναι ελάχιστες. Επομένως, οι μαθητές που αποφοιτούν από το σχολείο το κάνουν δεν έχουν επαρκή γνώση της σημασίας της Π.Ε. και τα οφέλη της.[5]

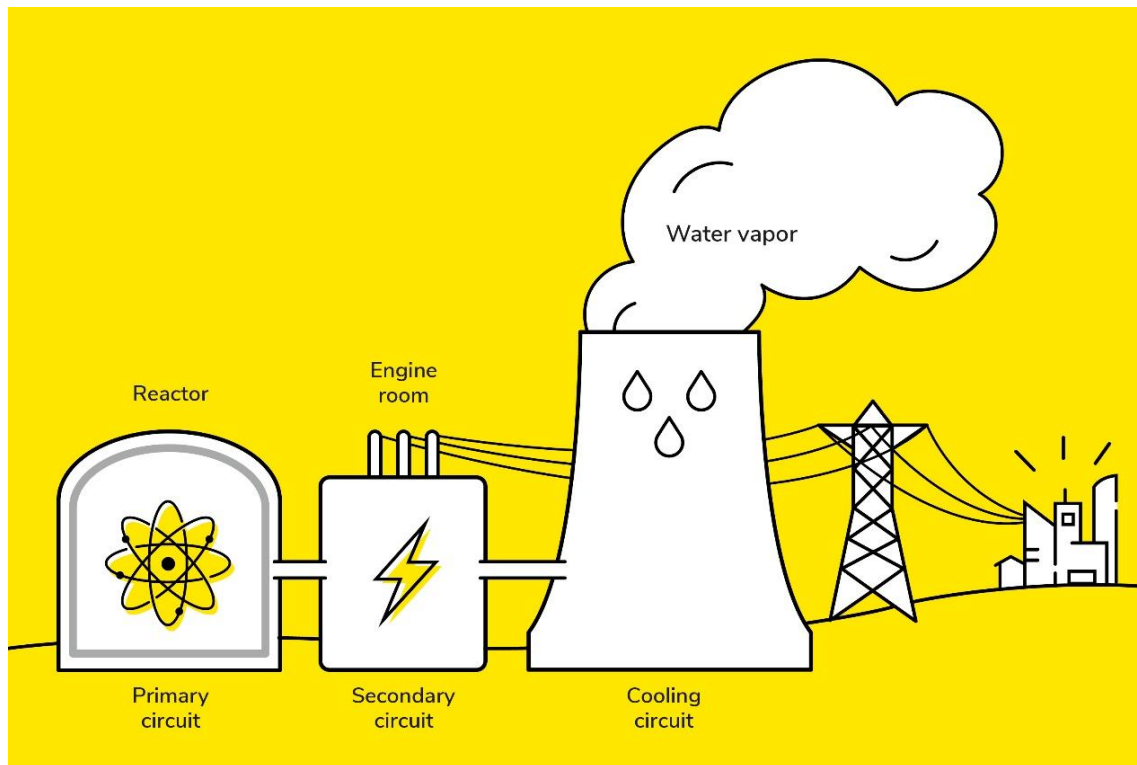
7. Η ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ ΒΟΥΛΓΑΡΙΑΣ – ΕΛΛΑΔΑΣ ΚΑΙ Η ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ.

Είναι γνωστό ότι η συνεργασία των κυβερνήσεων της Σόφιας και της Αθήνας στον ενεργειακό τομέα υφίσταται από δεκαετίες, συνεχίζεται δε στις ημέρες μας με την ανακοίνωση ότι ο αγωγός φυσικού αερίου IGB θα ολοκληρωθεί σύντομα. Ο συγκεκριμένος αγωγός θα επιτρέπει επιτρέποντας στη Βουλγαρία πρόσβαση στο αέριο του Αζερμπαϊτζάν καθώς και έναν τερματικό σταθμό υγροποιημένου φυσικού αερίου στην Αλεξανδρούπολη. Η διασύνδεση Ελλάδας-Βουλγαρίας (IGB) θα ολοκληρωθεί έως τα τέλη Ιουνίου και έχει προγραμματιστεί να ξεκινήσει τη λειτουργία της από τον Σεπτέμβριο, ανακοίνωσε ο Βούλγαρος πρωθυπουργός Κίριλ Πέτκοφ. Η προβλεπόμενη

ετήσια χωρητικότητα του αγωγού φυσικού αερίου IGB είναι έως και 3 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα. Μπορεί να αυξηθεί έως και 5 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα ετησίως, ανάλογα με το ενδιαφέρον της αγοράς και τη χωρητικότητα των γειτονικών δικτύων μεταφοράς φυσικού αερίου. Η διασύνδεση ανέρχεται σε 220 εκατομμύρια ευρώ. Θα συνδέει το ελληνικό δίκτυο μεταφοράς φυσικού αερίου στην περιοχή της Κομοτηνής με τη Βουλγαρία κοντά στη νότια πόλη Στάρα Ζαγόρα. Μια κοινοπραξία της βουλγαρικής κρατικής εταιρείας ενέργειας BEH, της ελληνικής εταιρείας φυσικού αερίου ΔΕΠΑ και της ιταλικής Edison κατασκευάζει τον αγωγό μήκους 180 χιλιομέτρων. [9]

Εναλλακτικές λύσεις για το ρωσικό αέριο

Η Βουλγαρία εισάγει μεταξύ 70% και 90% του φυσικού αερίου και το 60% του πετρελαίου που καταναλώνει από τη Ρωσία. Ωστόσο, αξιωματούχοι στη Σόφια εξετάζουν το ενδεχόμενο εισαγωγής φυσικού αερίου από το Αζερμπαϊτζάν μέσω της Ελλάδας μόλις τεθεί σε λειτουργία το IGB. Η Βουλγαρία συμφώνησε να λάβει 1 δισεκατομμύριο κυβικά μέτρα φυσικού αερίου από το Αζερμπαϊτζάν. Πρόσθετες ποσότητες LNG θα προέλθουν από τον τερματικό σταθμό φυσικού αερίου στην Αλεξανδρούπολη, στον οποίο συμμετέχει η Βουλγαρία. Αξιωματούχοι στη Σόφια εξετάζουν το ενδεχόμενο εισαγωγής φυσικού αερίου από το Αζερμπαϊτζάν μέσω Ελλάδας, μόλις τεθεί σε λειτουργία η IGB



ΕΙΚΟΝΑ 12. Σχηματικό διάγραμμα που απεικονίζει τη διάταξη των εγκαταστάσεων στον πυρηνικό σταθμό Kozloduy(Βουλγαρία)

ΠΗΓΗ : <https://www.orano.group/en/unpacking-nuclear/all-about-nuclear-energy>

Η συνεργασία όμως στον ενεργειακό τομέα με την Βουλγαρία έχει φέρει πιο κοντά, τουλάχιστον την χρήση στην Ελλάδα ενέργειας που παράγεται στη Βουλγαρία από πυρηνικούς σταθμούς. Πράγματι έχει ανακοινωθεί ότι οι δύο χώρες ανέφεραν ότι θα συνεργαστούν και στον τομέα της πυρηνικής ενέργειας, καθώς η Βουλγαρία σχεδιάζει να κατασκευάσει ακόμα έναν πυρηνικό σταθμό.

Η Βουλγαρία διαθέτει επί του παρόντος δύο πυρηνικούς σταθμούς στο Κοζλοντούι, που παράγουν περίπου το ένα τρίτο της ηλεκτρικής ενέργειας της χώρας. Αξιωματούχοι σε Αθήνα και Σόφια συζητούν επίσης προοπτικές διμερούς συμφωνίας για τις παραδόσεις πυρηνικής ενέργειας από τη Βουλγαρία στην Ελλάδα. Η ανάγκη της Ελλάδας για φθηνότερο ηλεκτρικό ρεύμα έφερε στο προσκήνιο την εξαγωγή ενέργειας από πυρηνικά στην Ελλάδα.

Από την πλευράς της η Ελλάδα δια στόματος πρωθυπουργού δηλώνει ότι η χώρα δεν σκοπεύει να κατασκευάσει πυρηνικές εγκαταστάσεις λόγω του κινδύνου σεισμών στην περιοχή. Σκοπεύει όμως την εισαγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τη Βουλγαρία, μέρος της οποίας προέρχεται από τον πυρηνικό σταθμό του Κοζλοντούι. Αυτό θα επιτευχθεί με την

σύναψη μακροπρόθεσμων διμερών συμβάσεων με τη Βουλγαρία που θα διασφάλιζαν σταθερό εφοδιασμό ενέργειας σε πολύ χαμηλές τιμές και θα συμβάλλουν στην ανταγωνιστικότητα της οικονομίας της χώρας.

Στη προοπτική της ενεργειακής αυτονομίας των 2 χωρών η Βουλγαρία σχεδιάζει επίσης να επιταχύνει την κατασκευή ενός προγραμματισμένου πυρηνικού αντιδραστήρα, πιθανότατα στο εργοστάσιο του Κοζλοντούι. Όπως ανακοίνωσε πρόσφατα ο αντιπρόεδρος της κυβέρνησης , εάν το έργο ξεκινήσει το 2022, ο αντιδραστήρας θα μπορούσε να ολοκληρωθεί μεταξύ 2028 και 2030. Στη κατεύθυνση αυτή το Υπουργείο Ενέργειας της Βουλγαρίας έχει ξεκινήσει μια μελέτη για την ταχεία κατασκευή ενός άλλου πυρηνικού αντιδραστήρα, πιθανότατα στο Κοζλοντούι, επειδή πρόκειται για μια έτοιμη τοποθεσία με περιβαλλοντική αξιολόγηση και ομάδα εργασίας», είπε ο Βούλγαρος υπουργός. Σύμφωνα με τον ίδιο, ο νέος πυρηνικός αντιδραστήρας θα έχει τέσσερις μονάδες. Εξήγησε ότι υπάρχουν ήδη δύο νέοι αχρησιμοποίητοι ρωσικοί πυρηνικοί αντιδραστήρες στη Βουλγαρία, σύμφωνα με την EurActiv. Οι νέοι αυτοί πυρηνικοί σταθμοί θα εξασφαλίσουν και την αναγκαία ποσότητα ενέργειας που θα εξάγεται προς την Ελλάδα. [9]

8. ΕΜΠΟΔΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΕΚΤΑΣΗ ΤΗΣ ΠΥΡΗΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.

Όπως ισχύει για όλες τις αλλαγές έτσι και για το θέμα της πυρηνικής ενέργειας απαραίτητη προϋπόθεση για να επιτευχθεί η αποδοχή αυτό είναι να ξεπεραστεί η έλλειψη γνώσης και ο φόβος του κοινού σχετικά με την ακτινοβολία. Είναι απαραίτητο επίσης να αποδεχτούμε την πυρηνική ενέργεια ως απλώς μια κανονική βιομηχανία, με λιγότερες συναισθηματικές αποσκευές που την περιβάλλουν σήμερα.

Για την Ελλάδα, όπως και σε άλλους τομείς η πραγματοποίηση μιας τέτοιας αλλαγής θα είναι τεράστια πρόκληση, απαιτείται ιδιαίτερη προσπάθεια και στρατηγικός σχεδιασμός.

Κυρίως όμως πρέπει να ξεπεραστούν τα εμπόδια που φρενάρουν την εξάπλωση της Π.Ε. Η πυρηνική μπορεί να γίνει αναγκαιότητα, αλλά είναι κάτι που λίγοι άνθρωποι σήμερα συμφωνούν με αυτή την άποψη.

Ένα πρόβλημα είναι ότι υπάρχει ένα «κατεστημένο» στην πυρηνική βιομηχανία που είναι ανθεκτικό στις βαθιές αλλαγές. Αν κάποιος ισχυριστεί ότι η ακτινοβολία δεν είναι τόσο ανησυχητική όσο νομίζουν όλοι, λέει σε όλους τους ανθρώπους που εργάζονται στην ακτινολογική προστασία ότι οι προηγούμενες ενέργειές τους μπορεί να ήταν άστοχες. Στο πλαίσιο των πυρηνικών εμπορικών ενώσεων και των διεθνών φορέων, όπως ο Διεθνής Οργανισμός Ατομικής Ενέργειας (ΔΟΑΕ) και ο Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ), υπάρχει μια κατεστημένη άποψη για τα πυρηνικά που δεν βοηθά καθόλου την εξάπλωση τους. Στην Ελλάδα για τον ίδιο τον κλάδο, υπάρχουν πάρα πολλοί ειδικοί που δεν έχουν εργαστεί μόνο στον ενεργειακό πυρηνικό τομέα, αλλά σχετίζονται κυρίως ερευνητικά με την Π.Ε. που δείχνουν να είναι ανησυχητικοί για την εξάπλωση της. Όλοι γνωρίζουμε ότι υπάρχουν ζητήματα με την Π.Ε. που πρέπει να απαντηθούν αυτό όμως δεν δικαιολογεί τη πλήρη ακινησία σχετικά με την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από αυτή. [8]

Η παραδοσιακή προσέγγιση στο πρόβλημα της δημόσιας αποδοχής των πυρηνικών μπορεί να συνεισφέρει σε αυτήν την κατεύθυνση, με την προϋπόθεση ότι θα ενταχθεί στο ευρύ πλαίσιο της ενεργειακής – περιβαλλοντικής συζήτησης και δεν θα αντιμετωπίζεται αποσπασματικά. Αυτό είναι απαραίτητο αφού υπάρχει η τάση να δίνει ανάμεικτα (ή και αρνητικά) μηνύματα μάλλον διαφορετικά από αυτά που σκοπεύουν οι διαμορφωτές γνώμης. Στην χώρα μας το αντιπυρηνικό στρατόπεδο έχει βαθιές ρίζες και με επιτυχία

εδώ και δεκαετίες έχει να πείσει τους ανθρώπους ότι η πυρηνική ενέργεια είναι επικίνδυνη και κακή, με φόβους που ενισχύονται από την έκκληση στα συναισθήματα των ανθρώπων και όχι στη διάνοιά τους. Ένα πρώτο στοιχείο που πρέπει να αντιμετωπιστεί στη χώρα μας είναι το σχέδιο επικοινωνίας.

Ένα άλλο μεγάλο εμπόδιο είναι η θεσμική οργάνωση του πυρηνικού τομέα, παρότι ο ΔΟΑΕ έχει κάνει πολύ εξαιρετική δουλειά, ιδίως στις μη ενεργειακές εφαρμογές της πυρηνικής τεχνολογίας στην υγεία, γεωργία και βιομηχανία. Οι εθνική νομοθεσία και οι θεσμοί δεν έχουν εμποτίσει τις πολιτικές στον τομέα της παραγωγής ενέργειας, κάτι που συμβαίνει ακόμα πιο έντονα στην Ελλάδα, αφού διακατέχεται αποκλειστικά από την αντίληψη ότι τα πυρηνικά είναι μια επικίνδυνη τεχνολογία.

Βασικό επίσης εμπόδιο παραμένει η στενή σύνδεση της Π.Ε. με τη παραγωγή στρατιωτικών μέσων (όπλων), κάτι που δίνει την εντύπωση ότι υπάρχει ότι κάθε χώρα που επιθυμεί να αναπτύξει την Π.Ε. (για ενέργεια) έχει στο πίσω μέρος του μυαλού και την απόκτηση πυρηνικών όπλων. Η ιστορία και η πραγματικότητα δείχνει ότι αν κάποια χώρα είναι αποφασισμένη να αποκτήσει πυρηνικά όπλα θα το κάνει ανεξάρτητα από την παραγωγή ενέργειας. Η Βόρεια Κορέα είναι ένα καλό παράδειγμα.

Άλλες εργασίες από διακυβερνητικούς πυρηνικούς οργανισμούς μπορεί να παρερμηνευθούν. Η συνεργασία με τις αναπτυσσόμενες χώρες για τα ενεργειακά τους σχέδια και τη θέση της πυρηνικής ενέργειας είναι καλό. Αλλά η παραγωγή μιας μεγάλης λίστας απαιτήσεων υποστηρίζει τον ισχυρισμό ότι η πυρηνική ενέργεια είναι μοναδικά επικίνδυνη και δύσκολη. Πυρηνικοί χάρτες πορείας με λίστες απαιτήσεων που πρέπει να ικανοποιούνται από ένα επιτυχημένο πρόγραμμα πυρηνικής ενέργειας που διαβάζονται πολύ σαν ένα βιβλίο προσευχής κατά των πυρηνικών. Καμία από τις σημερινές χώρες της πυρηνικής ενέργειας δεν ολοκλήρωσε τέτοια πεδία, και οι νέες με εργοστάσια υπό κατασκευή (όπως η Λευκορωσία και η Τουρκία) έχουν κάνει τα πράγματα διαφορετικά. Τέτοιες αναφορές είναι αναμφίβολα καλοπροαίρετες, αλλά λειτουργούν ως ισχυρά εξαρτήματα για τη διαιώνιση του πυρηνικού φόβου και δίνουν επιχειρήματα στις αντιπυρηνικές δυνάμεις. Η καθιέρωση σκέψης σχετικά με τους κινδύνους της

Ραδιενέργειας και τις ενέργειες που πρέπει να ακολουθήσουν μια απελευθέρωση από μια πυρηνική εγκατάσταση μπορεί να είναι τα μεγαλύτερα εμπόδια για την υπέρβαση του φόβου. Αυτό που ξεχωρίζει είναι το πόσο αδύναμος υπήρξε ο κλάδος (μέσω των αντιπροσωπευτικών του οργάνων) στην ανάληψη κεκτημένων συμφερόντων. Αποδέχονται την ιδέα ότι η πυρηνική ενέργεια είναι επικίνδυνη και ότι μια έκλυση ακτινοβολίας όσο μικρή, μπορεί να έχει συνέπειες για την υγεία και ίσως να απαιτεί τοπική εκκένωση. Οι αξιωματικοί ακτινολογικής προστασίας που εργάζονται στη βιομηχανία είναι σκληρά εργαζόμενοι επαγγελματίες, αλλά παρέχουν σιωπηρή υποστήριξη σε ένα σύστημα που κάνει τεράστιο κακό στα πυρηνικά.

Το επιχείρημα της κλιματικής αλλαγής είναι το σημείο όπου η βιομηχανία επικεντρώνει τις προσπάθειές της. Οι βιομηχανικοί φορείς επισημαίνουν ότι ορισμένες από τις χώρες με τα καλύτερα στοιχεία για τις εκπομπές άνθρακα χρησιμοποιούν συνδυασμό πυρηνικών και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, ενώ υποστηρίζουν ότι οι πυρηνικοί σταθμοί έχουν σχεδόν μηδενική συνεισφορά στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Αυτό είναι η μισή αλήθεια αφού κανένας από τους πυρηνικούς αντιδραστήρες σε όλο τον κόσμο δεν κατασκευάστηκε για τη μείωση των εκπομπών του άνθρακα αλλά κατασκευάστηκαν για άλλους λόγους, όπως η ενεργειακή ασφάλεια και η οικονομία. Μπορεί ο περιβαλλοντικός αντίκτυπός τους να είναι θετικός (ως προς τις εκπομπές άνθρακα) αλλά η αλήθεια είναι ότι οι επενδύσεις γίνονται με βάση αυτό που παράγει μια τεχνολογία και για όσα δεν κάνει.

Στην Ελλάδα φαίνεται ότι υπάρχει μια αυξημένη πεποίθηση ότι ο φόβος είναι το μεγαλύτερο εμπόδιο για την επέκταση της Π.Ε. Από την επιστημονική αλλά και πολιτική συζήτηση που γίνεται φαντάζει σαν αν υπάρχει έλλειψη λύσεων, με τις περισσότερες ενστάσεις να εστιάζονται στους συνήθεις τομείς της ασφάλειας, των απορριμμάτων και της σύνδεσης των όπλων. Η αλήθεια είναι ότι η στάση που τηρούν πολλοί από τους υποστηρικτές της Π.Ε. προσφέρει ελάχιστα στην επίτευξη μια κοινά αποδεκτής λύσης, πέρα από την τυφλή πίστη στα πυρηνικά. [8]

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ενεργειακή ανεξάρτηση και αυτονομία είναι ένας στόχος προτεραιότητας για όλες τις χώρες του κόσμου ανεξάρτητα του μεγέθους και της οικονομικής ανάπτυξης των.

Η εξάπλωση της πυρηνικής ενέργειας για την ηλεκτροπαραγωγή με την κατασκευή πυρηνικού σταθμού στην χώρα μας, δείχνει να σχετίζεται από οικονομικά οφέλη, αλλά και περιβαλλοντικά που συνδέονται με την βιώσιμη ανάπτυξη στον 21ο αιώνα. Έχει οπωσδήποτε σχέσεις με ζητήματα πολιτικής, εκσυγχρονισμού της κοινωνίας, τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των πολιτών και τη μείωση της περιβαλλοντικής ρύπανσης. Ανεξάρτητα με τον οδηγό χάρτη που θα ακολουθηθεί από την χώρα μας για την κατασκευή πυρηνικού σταθμού, θα δώσει οπωσδήποτε ενεργειακή αυτονομία σε μεγάλο βάθος χρόνου, να ισχυροποιήσει τη θέση μας αφού θα είναι πλέον σε θέση να διαπραγματευθεί ακόμα την εξαγωγή ενέργειας σε γειτονικές χώρες, αναπτύσσοντας την εθνική οικονομία.

Έχουν εντοπιστεί κάποιες παράμετροι που προβάλλουν θετικά την ανάγκη ανάπτυξης πυρηνικού σταθμού που κωδικοποιημένες παρατίθενται παρακάτω:

- Η συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση ενέργειας προκειμένου να καλυφθούν οι εγχώριες ενεργειακές ανάγκες.
- Η συνεχιζόμενη μεγάλη αλλά και συνεχώς μεταβαλλόμενη τιμή του πετρελαίου θέρμανσης
- Ο τεράστιος όγκος εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα από τις δραστηριότητες ηλεκτροπαραγωγής μέσω ορυκτών καυσίμων (πετρέλαιο, φυσικό αέριο, λιγνίτης κ.α.) που έχει ως αποτέλεσμα την περιβαλλοντική επιβάρυνση και την επίπτωση στην κλιματική αλλαγή.
- Η εγκατάσταση πυρηνικού σταθμού στην χώρα μας από τον σχεδιασμό του μέχρι και την λειτουργία του εκτιμάται ότι θα συμβάλλει στην απασχόληση μεγάλου αριθμού εξειδικευμένου προσωπικού και θα συμβάλει θετικά στην ανάπτυξη της περιοχής στην οποία θα εγκατασταθεί.

Εν κατακλείδι, σε περίπτωση απόφασης εγκατάστασης πυρηνικού σταθμού στην χώρα μας απαιτούνται προσεκτικά και ασφαλή βήματα. Με δεδομένο ότι η χώρα μας έχει μηδενική πυρηνική εμπειρία πρέπει να αναλυθούν και να αξιολογηθούν όλες οι πιθανές επιπτώσεις. Ο συγκεκριμένος τομέας έχει πολλές ιδιαιτερότητες, ειδικότερα όσον αφορά την κατασκευή πυρηνικού σταθμού όπου υπάρχουν τόσες πολλές δεσμεύσεις για την τεχνογνωσία και τα θέματα ασφαλείας που υφίστανται.

ΕΙΚΟΝΕΣ

| ΑΡΙΘΜ. ΕΙΚΟΝΑΣ | ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ | ΣΕΛΙΔΑ |
|----------------|--|--------|
| 1 | Bohr ατομικό μοντέλο | 8 |
| 2 | Διευσδυτική ικανότητα ραδιενεργού ακτινοβολίας | 9 |
| 3 | Απεικόνιση της πυρηνικής σύντηξης | 13 |
| 4 | Σχηματικό διάγραμμα ροής για την παραγωγή Π.Ε. από την εξόρυξη της $1^{η}$ ύλης μέχρι την παραγωγή Ηλεκτρικής ενέργειας. | 15 |
| 5 | Σύγκριση – Στάθμιση Π.Ε. και ΑΠΕ | 18 |
| 6 | Συγκριτικό ιστόγραμμα του κόστους των διάφορων μορφών ενέργειας ανά MWh. | 22 |
| 7 | Κατεστραμμένες εγκαταστάσεις από το πυρηνικό ατύχημα στο Chernobyl | 32 |
| 8 | Αεροφωτογραφία των εγκαταστάσεων από το πυρηνικό ατύχημα στη Fukuzima. | 33 |
| 9 | Συγκριτικό ιστόγραμμα για τη ποσότητα $1^{η}$ ύλης που απαιτείται ανά πηγή ενέργειας. | 35 |
| 10 | Γενική εξωτερική άποψη εργοστασίου ηλεκτροπαραγωγής από Π.Ε. | 38 |
| 11 | Σκίτσο που απεικονίζει τις 3 μορφές ενέργειας (πυρηνική, θερμοηλεκτρική και ηλιακή) | 41 |
| 12 | Σχηματικό διάγραμμα που απεικονίζει τη διάταξη των εγκαταστάσεων στον πυρηνικό σταθμό Kozloduy (Βουλγαρία) | 49 |

ΠΗΓΕΣ – ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. <https://en.rua.gr/2022/06/17/nuclear-power-plants-in-greece-to-be-or-not-to-be/>
2. NUCLEAR ENERGY: THE PROS AND CONS - Clara Dassonville - Thies Siemen (THE FRIEDRICH EBERT STIFTUNG 2020)
3. <https://eeae.gr/>
4. <https://www.naturefriends.gr/2021/10/16/maria-arvaniti-sotiropoulou-nuclear-power-plants-are-not-the-solution-for-cheap-clean-and-safe-energy/>
5. Acceptance of nuclear energy by pre-service teachers in Greece - Antonia Rafailia Vavoulioti, Georgios Stylos, Konstantinos T. Kotsis (2023)
6. <https://www.ot.gr/2023/01/04/apopseis/experts/pyriniki-energeia-gia-na-epityxei-i-xoramas-tous-klimatikous-tis-stoxous/>
7. <https://www.iemed.org/publication/nuclear-energy-prospects-in-the-mediterranean-countries/>
8. <https://www.neimagazine.com/opinion/opinionnuclear-power-what-are-the-barriers-to-expansion-6831022/>
9. <https://energymag.gr/news/energeia/ilektrismos/to-neo-pyriniko-ergostasio-sti-voulgaria-kai-i-anavathmisi-tis-ilektrikis-diasyndesis-me-ellada-olo-to-paraskinio/>
10. Πολυζάκης Α., Πυρηνική Ενέργεια και Τεχνολογικές Εφαρμογές (1^η έκδοση), Εκδόσεις PowerHeatCool, Πτολεμαΐδα, 2019.
11. https://www.renovablesverdes.com/el/la-fision-nuclear/#Fision_nuclear