

**Σημειώσεις για το μάθημα**  
**Γεωθερμική Ενέργεια, Έρευνα – Αξιοποίηση.**  
**του Π.Μ.Σ.: «ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ»**

**Μέρος 1<sup>ο</sup>**

**Ιωάννης Διαμαντής**  
**Ομότιμος Καθηγητής Δ.Π.Θ.**

**Ξάνθη 2021**

# 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1.1. Ενέργεια - Μορφές ενέργειας

Η **ενέργεια** αποτελεί τη διαχρονική κινητήρια δύναμη στην εξέλιξη του ανθρώπινου πολιτισμού από τη λίθινη εποχή, την εποχή του χαλκού, την κλασική αρχαιότητα και τη βιομηχανική επανάσταση έως τη σημερινή εποχή. Στη χρήση της ενέργειας στηρίζονται σήμερα σε παγκόσμιο επίπεδο τα σύγχρονα μοντέλα οικονομικής ανάπτυξης, τα οποία έχουν ως στόχο τη βελτίωση του βιοτικού επιπέδου.

Ενέργεια είναι η ικανότητα ενός σώματος ή συστήματος να παραγάγει έργο. Κάθε φυσικό σύστημα περιέχει (ή εναλλακτικά αποθηκεύει) μία ποσότητα ενέργειας, που απαιτείται προκειμένου το σύστημα να πάει από μια αρχική κατάσταση σε μια τελική. Την ενέργεια τη συναντούμε στην καθημερινή μας ζωή, από τα παιδικά παιχνίδια μέχρι τη λειτουργία των μηχανών και από το μαγείρεμα τροφών μέχρι τη γραμμή παραγωγής στο εργοστάσιο, σε διάφορες μορφές, κίνηση, φωτισμός, θέρμανση, ψύξη, ακόμα και η ανάπτυξη των φυτικών οργανισμών απαιτούν ενέργεια (ηλιακή). Γενικά οποιαδήποτε μορφή δράσης προϋποθέτει κατανάλωση ενέργειας.

Ανάλογα με τον τρόπο που έχει αποκτηθεί, ανταλλαχθεί ή αποθηκευτεί, μπορούμε να μιλήσουμε για πολλές μορφές ενέργειας όπως για παράδειγμα:

- Μηχανική ενέργεια, που συνδυάζει την κινητική και τη δυναμική.
- Ηλεκτρομαγνητική ενέργεια, που συνδυάζει την ηλεκτρική και τη φωτεινή ή ενέργεια ακτινοβολίας.
- Πυρηνική ενέργεια.
- Θερμική ενέργεια.
- Χημική ενέργεια.

Γενικά, η παρουσία της ενέργειας ανιχνεύεται από έναν παρατηρητή κάθε φορά που υπάρχει αλλαγή στις ιδιότητες ενός αντικειμένου ή ενός συστήματος. Η κυριότερη ιδιότητά της είναι ότι η συνολική ενέργεια ενός απομονωμένου (κλειστού) συστήματος είναι σταθερή, πρόταση που έχει αποδειχθεί από πλήθος πειραμάτων και χαρακτηρίζεται ως μία από τις πλέον θεμελιώδεις αρχές διατήρησης της φυσικής.

Για να εκτιμήσουμε τον ρυθμό μεταβολής της ενέργειας ή τον ρυθμό παραγωγής έργου μιας μηχανής, δηλαδή πόσο γρήγορα μια μηχανή κάνει ένα συγκεκριμένο έργο, χρησιμοποιούμε την ισχύ. **Ισχύ** ονομάζουμε το μέγεθος που μας δηλώνει πόσο γρήγορα μετασχηματίζεται (ή χρησιμοποιείται) η ενέργεια. Μεγάλη ισχύς σημαίνει ότι μια ορισμένη ποσότητα ενέργειας μετασχηματίζεται (χρησιμοποιείται) σε μικρό χρόνο, ενώ μικρή ισχύς σημαίνει ότι χρειαζόμαστε πολύ χρόνο για να μετατρέψουμε (χρησιμοποιήσουμε) την ίδια ποσότητα ενέργειας.

Η παραγωγή και κατανάλωση ενέργειας προϋποθέτει την ύπαρξη μιας ενεργειακής πηγής, δηλαδή μιας “αποθήκης” από την οποία να αντλείται. Οι ενεργειακές πηγές ταξινομούνται σε:

- πρωτογενείς και δευτερογενείς, και
- μη ανανεώσιμες (συμβατικές) και ανανεώσιμες.

Πρωτογενείς πηγές ενέργειας είναι αυτές που συναντώνται άμεσα στη φύση (π.χ. ήλιος, πετρέλαιο, γαιάνθρακες, φυσικό αέριο, αέρας κ.α.), ενώ δευτερογενείς ενεργειακές μορφές είναι αυτές που λαμβάνονται από τη μετατροπή πρωτογενών πηγών (π.χ. ηλεκτρική, θερμική, υδρογόνο, βενζίνη κ.α.). Κατά την μετατροπή μιας διαθέσιμης πρωτογενούς μορφής ενέργειας σε μια άλλη,

δεν προκύπτουν μόνο οι επιθυμητές μορφές ενέργειας, αλλά πιθανά και άλλες μορφές ενέργειας. Αυτές οι ανεπιθύμητες μορφές ονομάζονται απώλειες ενέργειας.

Γενικά, το μεγαλύτερο μέρος της προσφερόμενης σήμερα ενέργεια σε παγκόσμιο επίπεδο προέρχεται κυρίως από τις **μη ανανεώσιμες πηγές**, ήτοι από τους φυσικούς πόρους που βρίσκονται στο υπέδαφος του πλανήτη, όπως **οι γαιάνθρακες, το πετρέλαιο, το φυσικό ή υγρό αέριο και τα ραδιενεργά στοιχεία** (εικ. 1.1). Οι πόροι αυτοί ανήκουν στην κατηγορία των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας καθώς θεωρούνται εξαντλήσιμοι, δηλαδή αναπληρώνονται με πολύ αργό ρυθμό. Η ενέργεια αυτή από τις μη ανανεώσιμες πηγές παράγεται διαμέσου εξώθερμης αντίδρασης, όπως για παράδειγμα η καύση της ορυκτής ύλης και αξιοποιείται η παραγόμενη θερμική ενέργεια, η οποία μετατρέπεται και σε άλλες μορφές. Η υπόλοιπη προσφερόμενη απαραίτητη ενέργεια προέρχεται από τις **ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ)**, (εικ. 1.1, πίνακας 1.1).



Εικ. 1.1 Διάφορες πηγές ενέργειας Ανανεώσιμες και μη ανανεώσιμες (συμβατές).

Οι πηγές αυτές θεωρούνται ανανεώσιμες καθώς συνδέονται με τον κύκλο της φύσης και αποτελούν “ανεξάντλητους πόρους”. Σύμφωνα με τον ορισμό της Κοινοτικής Οδηγίας 2001/777/ΕΚ νοούνται ως “..«ανανεώσιμες πηγές ενέργειας»: οι μη ορυκτές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (αιολική, ηλιακή και γεωθερμική ενέργεια, ενέργεια κυμάτων, παλιρροϊκή ενέργεια, υδραυλική ενέργεια, βιομάζα.”

Κάθε ενεργειακή πηγή για να μπορεί να χαρακτηριστεί ως χρήσιμη θα πρέπει η ενέργεια που παρέχει:

- να είναι άφθονη με εύκολη πρόσβαση στην ενεργειακή πηγή,
- να μετατρέπεται χωρίς δυσκολία σε μορφή που να μπορεί να χρησιμοποιηθεί,
- να μεταφέρεται εύκολα, και να αποθηκεύεται εύκολα

Οι παραπάνω αναφερόμενες μορφές ενέργειας (ανανεώσιμες και μη) διαφέρουν και μπορούν να αξιολογηθούν σύμφωνα με ορισμένα κριτήρια:

- Τη διαθεσιμότητά τους και το ποσοστό των αποθεμάτων τους στη Γη.
- Την ικανότητα να ανανεώνονται τα αποθέματα αυτά.
- Την ικανότητα των αποθεμάτων αυτών να παράγουν ενέργεια.
- Τη δυνατότητα να τις χρησιμοποιήσουμε απευθείας.
- Τη δυνατότητα να συσσωρευτούν (αποθηκευτούν) και να διατηρηθούν.

- Την ικανότητα να μεταφερθούν αποδοτικά σε μεγάλες αποστάσεις.
- Τη δυνατότητα να μετατραπούν σε πρακτικά χρησιμοποιήσιμες μορφές.
- Τις κάθε είδους επιπτώσεις από τη χρήση τους.

**Πίνακας 1.1: Διαθέσιμες πρωτογενείς πηγές ενέργειας (Κορωνάιος, 2012).**

<b>Ανανεώσιμες</b>	<b>Μη ανανεώσιμες</b>
1. Ηλιακή Ακτινοβολία 2. Άνεμος 3. Βιομάζα 4. Υδροίσχύς 5. Ενέργειες της θάλασσας Κύματα Παλίρροια Θερμοκρασιακή διαφορά 6. Γεωθερμία	1. Στερεά καύσιμα Λιθάνθρακας Γαιάνθρακας Λιγνίτης Τύρφη 2. Υδρογονάνθρακες Πετρέλαιο Αργό Πετρέλαιο πισσούχων άμμων Πετρέλαιο πισσούχων σχιστόλιθων Φυσικό αέριο, υγρά φυσικού αερίου 3. Ουράνιο 235 4. Ουράνιο 238
<b>Πλεονεκτήματα</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ανεξάντλητες (Ανανεώσιμες)</li> <li>• Αφθονες</li> <li>• Περιβαλλοντικά καθαρότερες</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Πυκνές μορφές ενέργειας</li> <li>• Με πλήθος εφαρμογών</li> </ul>
<b>Μειονεκτήματα</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αραιές μορφές ενέργειας</li> <li>• Υψηλό κόστος ανά μονάδα παραγόμενης ενέργειας</li> <li>• Ασυνεχείς κ.α κατά περίπτωση</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Εξαντλήσιμες</li> <li>• Αρνητικές επιπτώσεις στο Περιβάλλον</li> </ul>

Η πρώτη συνάντηση της διεθνούς κοινότητας για την από κοινού εξέταση των παγκόσμιων περιβαλλοντικών και αναπτυξιακών αναγκών, πραγματοποιήθηκε στη Στοκχόλμη το 1972 στα πλαίσια της διάσκεψης των Ηνωμένων Εθνών για το Ανθρώπινο Περιβάλλον. Εν τω μεταξύ, οι πετρελαϊκές κρίσεις του 1973 και του 1979 αποτέλεσαν την αφορμή για την εξεύρεση εναλλακτικών μορφών ενέργειας και τη σταδιακή απεξάρτηση των χωρών από τη χρήση των ορυκτών πόρων, ενώ τις τελευταίες δύο δεκαετίες υπήρξε έντονος προβληματισμός και για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που επιφέρει η χρήση ορυκτών καυσίμων. Για τους ανωτέρω λόγους, η έρευνα γύρω από την ανάπτυξη αποδοτικότερων και πιο καθαρών μορφών ενέργειας κινείται με ταχύτερους ρυθμούς τα τελευταία χρόνια. Το 1987 η Επιτροπή του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών (Ο.Η.Ε.) για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη, έθεσε τους δικούς της προβληματισμούς γύρω από την προστασία του περιβάλλοντος και την αιφορική ή αλλιώς βιώσιμη ανάπτυξη. Στην έκθεσή της με τίτλο «Our Common Future» (Το κοινό μας μέλλον), η παγκόσμια επιτροπή για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη (Brundtland) έδωσε τον ορισμό-ορόσημο της βιώσιμης ανάπτυξης ως ακολούθως: «*Ανάπτυξη που ικανοποιεί τις ανάγκες του παρόντος χωρίς να διακυβεύεται η ικανότητα των μελλοντικών γενεών να ικανοποιήσουν τις δικές τους ανάγκες*» (Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος, 2012). Έτσι λοιπόν, το 1992 στις διασκέψεις κορυφής των Ηνωμένων Εθνών για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη στο Ρίο ντε Τζανέιρο και στο Γιοχάνεσμπουργκ, υπήρξε η κρίσιμη καμπή που έθεσε τις βάσεις για πολλές διεθνείς συμφωνίες γύρω από την

προστασία του περιβάλλοντος, όπως η «Ατζέντα 21» που αφορά σε σχέδιο δράσης για τη βιώσιμη ανάπτυξη, στη δήλωση αρχών για τα δάση, στη σύμβαση-πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις κλιματικές μεταβολές κ.α.

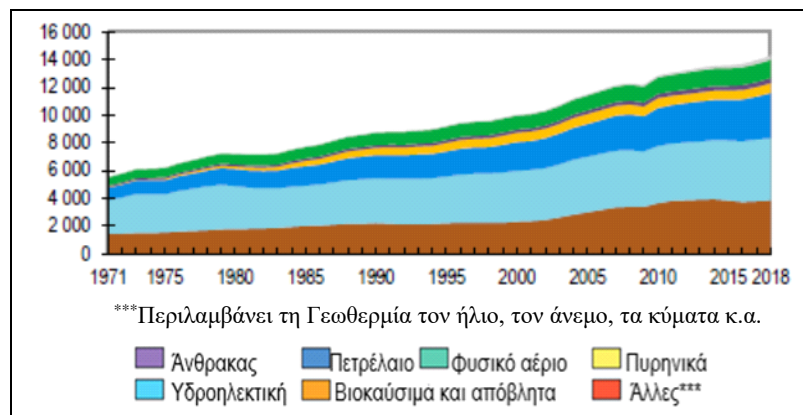
Ένα ακόμη σημαντικό βήμα σχετικά με τη λήψη μέτρων προστασίας του περιβάλλοντος, έγινε στη σύνοδο του Κιότο το 1997 με την υπογραφή Πρωτοκόλλου για τις κλιματικές αλλαγές, από το σύνολο σχεδόν όλων των κρατών της γης. Η Ευρωπαϊκή Ένωση σε συνέχεια της Λευκής Βίβλου του 1997 για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, που αποτελεί τον οδηγό με τα μέτρα που απαιτούνται για την ανάπτυξη των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας στον ευρωπαϊκό χώρο (Κορωνάιος, 2012), εξέδωσε την οδηγία 2001/77/ΕΚ. Βάσει αυτής της οδηγίας, έθεσε ως στόχο την κάλυψη του 12% της κατανάλωσης ενέργειας και του 22,1% της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας με ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές (ΑΠΕ) έως το 2010 και ενδεικτικούς στόχους για κάθε κράτος μέλος. Η οδηγία 2009/28/ΕΚ αναθεώρησε την προηγούμενη και έθεσε ως στόχο ότι ένα υποχρεωτικό μερίδιο της τάξης του 20% της κατανάλωσης ενέργειας στην ΕΕ πρέπει, έως το 2020, να καλύπτεται από ΑΠΕ, ενώ το 2018 τέθηκε σε ισχύ η τελευταία αναθεωρημένη έως σήμερα οδηγία (ΕΕ) 2018/2001 για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, η οποία θέτει ως στόχο να καλύπτεται έως το 2030 το 32% της κατανάλωσης τελικής ενέργειας από ΑΠΕ.

Η Συμφωνία των Παρισίων τον Δεκέμβριο του 2015, μία παγκόσμια συμφωνία για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, αναγκάζει τις χώρες και τις ενεργειακές εταιρείες να τροποποιήσουν τα προγράμματά τους με σκοπό την μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub>. Ως εκ τούτου, τα νέα προγράμματα και οι στόχοι σε παγκόσμια κλίμακα καθορίζουν την πορεία και το μέλλον του ενεργειακού τομέα για τη μετάβαση σε μια νέα ενεργειακή εποχή για τις αναπτυσσόμενες και αναπτυσσόμενες οικονομίες.

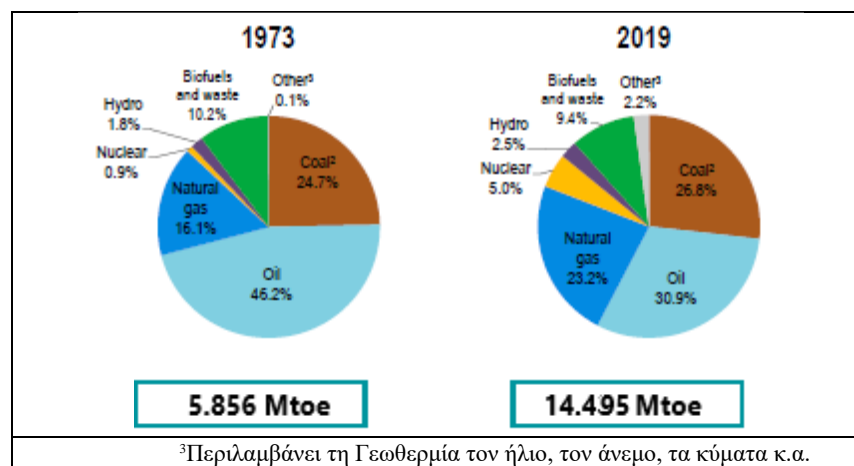
### **1.1.1. Εξέλιξη της παρεχόμενης πρωτογενούς ενέργειας**

Ο ρόλος της ενέργειας σε μία χώρα αποτελεί κριτήριο οικονομικής ανεξαρτησίας και ανάπτυξης. Μετά το τέλος του Β΄ παγκοσμίου πολέμου και ιδιαίτερα τα τελευταία 50 χρόνια, παρατηρήθηκε μια διαρκής αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας στις αναπτυσσόμενες και αναπτυσσόμενες χώρες. Μόνο μικρό μέρος αυτής της ενέργειας ήταν απαραίτητο για την ανάπτυξη των χωρών αυτών και την άνοδο του βιοτικού τους επιπέδου. Η κατανάλωση ενέργειας είναι υπερβολικά υψηλή σε ορισμένες πλούσιες χώρες, αλλά εξακολουθεί να παραμένει σε πολύ χαμηλά επίπεδα σε πολλές αναπτυσσόμενες χώρες ή χώρες του τρίτου κόσμου. Στις χώρες αυτές η αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας είναι απαραίτητη για την επίτευξη ανεκτού βιοτικού επιπέδου. Γι' αυτό αναμένεται ότι η παγκόσμια ζήτηση ενέργειας θα μεγαλώσει, με ταχύτερο μάλιστα ρυθμό από τον πληθυσμό. Επομένως το πρόβλημα επάρκειας των ενεργειακών πηγών θα οξυνθεί. Με βάση στατιστικά δεδομένα η παραπάνω περιγραφόμενη εικόνα απεικονίζεται στα διαγράμματα και στους πίνακες που ακολουθούν και έχουν συνταχθεί από την International Energy Agency (IEA). Τα τελευταία σχεδόν 45 χρόνια (1971-2019), έχει παρατηρηθεί μια ραγδαία αύξηση της παρεχόμενης πρωτογενούς ενέργειας από τις διάφορες πηγές. Για παράδειγμα ενώ το 1973 η διατιθέμενη ενέργεια έφτανε τις  $6 \times 10^6$  Mtoe (Mtoe=10<sup>3</sup> Ισοδύναμοι Τόνοι Πετρελαίου (βλέπε πίνακα 1.2 και σχήματα 1.1 και 1.2.), το 2018 και το 2019 ξεπέρασε τις 14.000 Mtoe, που σημαίνει υπερδιπλασιασμός της κατανάλωσης σε ενέργεια. Σύμφωνα πάντα με το IEA, η παγκόσμια ζήτηση πρωτογενούς ενέργειας αυξήθηκε κατά 2,3% το 2018 (ως προς το 2017), καταγράφοντας τη

μεγαλύτερη ετήσια αύξηση από το 2010, ενώ το 2019 η αύξηση ήταν περίπου 1,5%. Η συμβολή στη γενική αύξηση από τις διάφορες πηγές ήταν διαφορετική, άλλες συνέβαλαν σημαντικά και άλλες λιγότερο. Παρατηρώντας τα σχήματα 1.1 και 1.3 και το πίνακα 1.2 προκύπτουν τα εξής: Η αναλογία παραγόμενης ενέργειας από μη ανανεώσιμες και ανανεώσιμες πηγές, σε όλο το χρονικό διάστημα, παραμένει σχεδόν σταθερή με κυρίαρχη ομάδα αυτή των μη ανανεώσιμων (περίπου 1/7 με ελάχιστη μεταβολή στη 50ετία 1/6,17), επομένως η αύξηση της ενέργειας στο προαναφερόμενο χρονικό διάστημα πρέπει να αναζητηθεί στις μη ανανεώσιμες πηγές. Για παράδειγμα, ενώ η ποσοστιαία συμμετοχή του πετρελαίου στη παγκόσμια παραγωγή ενέργειας έχει μειωθεί, σε απόλυτες όμως τιμές έχει αυξηθεί, όχι βέβαια όπως ο ορυκτός άνθρακας ο οποίος έχει αυξήσει σημαντικά τόσο το ποσοστό της συμμετοχής του όσο και σε απόλυτες τιμές.



Σχήμα 1.1. Εξέλιξη της παρεχόμενης παγκόσμιας πρωτογενούς ενέργειας από διάφορες πρωτογενείς ενεργειακές πηγές (Mtoe ισοδύναμοι τόνοι πετρελαίου×10<sup>3</sup>) από το 1971-2018. Πηγή IEA, *World Energy Balances*, 2020).



Σχήμα 1.2. Παγκόσμια ποσοστιαία κατανομή της πρωτογενούς ενέργειας από διάφορες ενεργειακές πηγές για τα έτη 1973 και 2019. Πηγή (IEA, *World Energy Balances*, 2021).

Το ίδιο παρατηρείται και με το φυσικό αέριο (πίν.1.2). Από τις υπόλοιπες πηγές η πυρηνική ενέργεια παρόλη την ραγδαία αύξηση και σε ποσοστό συμμετοχής και σε απόλυτες τιμές παραμένει σε χαμηλά επίπεδα συνολικής συμμετοχής. Οι ΑΠΕ επίσης ενώ αύξησαν σημαντικά τις

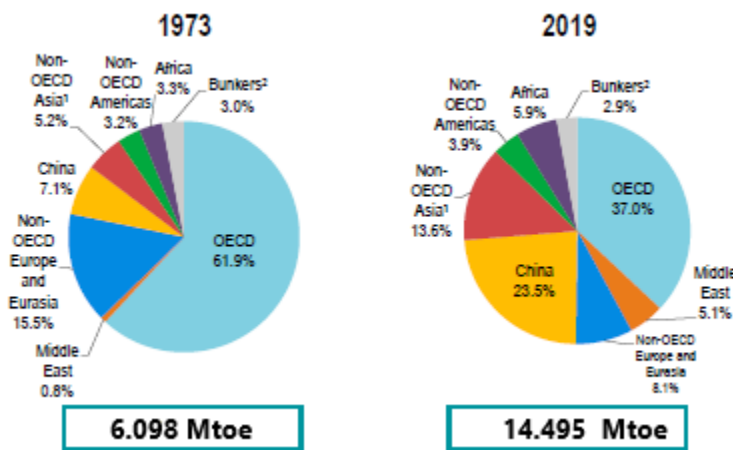
προσφερόμενες ποσότητες ενέργειας, παραμένουν, όπως προαναφέραμε, σε χαμηλά επίπεδα συμμετοχής στη παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας (πίν.1.2).

**Πίνακα 1.2: Ποσοστιαία κατανομή της παρεχόμενης πρωτογενούς ενέργειας από διάφορες πηγές σε παγκόσμιο επίπεδο για τα έτη 1973 και 2018, 2019. Πηγή (IEA, World Energy Balances, 2020,2021).**

Πηγή	1973	Mtoe	2018	Mtoe	2019	Mtoe
Πετρέλαιο	46,2%	2815	31,6%	4498	30,9%	4.478
Αέριο	16%	977	22,8%	3262	23,2%	3.365
Πυρηνικά	0,9%	55	4,9%	707	5,0%	727
Άνθρακας	24,5%	1502	26,9%	3838	26,8%	3.881
ΑΠΕ	12,4%	757	13,8%	1978	14,1%	2.044
<b>Σύνολο</b>	<b>100%</b>	<b>6106</b>	<b>100%</b>	<b>14282</b>	<b>100%</b>	<b>14.495</b>

Όμως σημαντικό ενδιαφέρον παρουσιάζει η χρονική κατανομή της παρεχόμενης πρωτογενούς ενέργειας σε διάφορες περιοχές του κόσμου (αναπτυγμένες αναπτυσσόμενες, χώρες τρίτου κόσμου) (Σχ.1.3), όπου παρατηρούνται υπερβολικές αυξήσεις στις αναπτυσσόμενες χώρες Κίνα, Ινδία όπως και αναμένεται λόγω πληθυσμιακών μεγεθών. Συγκεκριμένα στη Κίνα όπου η κατανάλωση ενέργειας έχει στη 45ετία υπερεξαπλασιαστεί, ακολουθεί η Ασία (περιλαμβάνει την Ινδία) όπου η παρεχόμενη ενέργεια έχει σχεδόν διπλασιαστεί. Το ίδιο παρατηρείται, δηλαδή αυξητικές τάσεις και στην Αφρική καθώς και στη Μέση Ανατολή, όπου όμως το ποσοστό συμμετοχής στην παγκόσμια ενέργεια είναι πολύ μικρό σε αναντιστοιχία με το πληθυσμό τους.

Στο σημείο αυτό συμπερασματικά θα πρέπει να τονιστεί, με βάση τα στοιχεία του σχήματος 1.3, οι αναπτυγμένες χώρες (μέλη του ΟΟΣΑ και χώρες της πρώην Σοβ. Ένωσης (περίπου 1.2 δις κάτοικοι) είχαν στη διάθεσή τους το 1973 το 79,4% της παγκόσμιας παραγωγής ενέργειας, ενώ αυτή μειώθηκε το 2019 στο 45,1%. Από την άλλη πλευρά οι αναπτυσσόμενες χώρες (Ασία, Λατ. Αμερική και Αφρική με περίπου 5.3 δις κάτοικοι) το 1973 είχαν στη διάθεσή τους το 30,6% και το 2019 αυτό έφτασε στο 54,9%.



<sup>1</sup>Περιλαμβάνει την Ασία εκτός Κίνας<sup>2</sup> Περιλαμβάνει τα διεθνή Αεροδρόμια και Μαρίνες

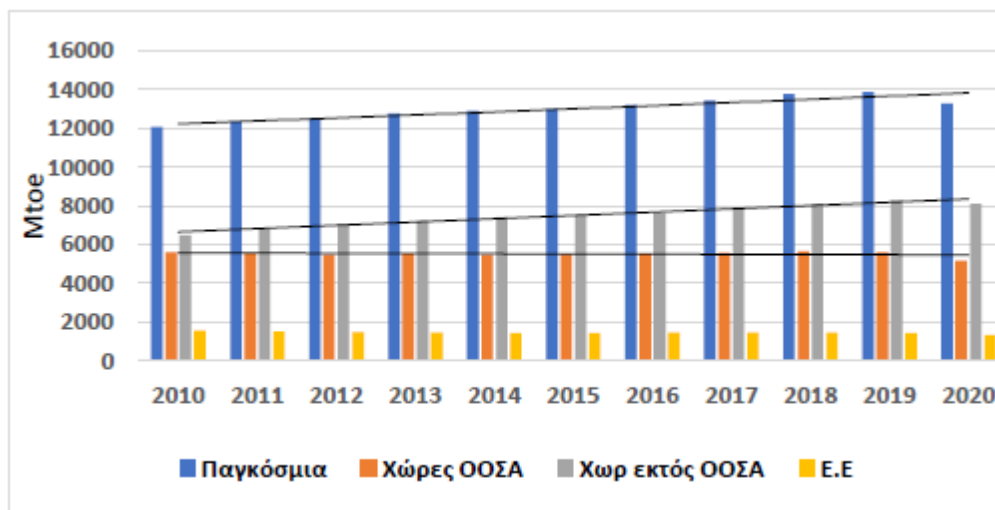
**Σχήμα 1.3. Ποσοστιαία κατανομή παρεχόμενης πρωτογενούς ενέργειας ανά περιοχές στο κόσμο για τα έτη 1973 και 2019. Πηγή (IEA, World Energy Balances, 2021).**

Παρά την ανισοκατανομή, είναι η πρώτη φορά που ο αναπτυσσόμενος κόσμος καταναλώνει τόσο μεγάλο ποσοστό του παγκόσμιου ισοζυγίου ενέργειας και μάλιστα το ποσοστό αυτό αυξάνει με πολύ γρήγορο ρυθμό. Από την άλλη είναι χαρακτηριστική η προσπάθεια των ανεπτυγμένων κρατών (ΟΟΣΑ κ.λ.π.) τα οποία έχουν μειώσει αισθητά το ποσοστό τους στην παγκόσμια παρεχόμενη ενέργεια, παραδεχόμενα έτσι τις υπερβολικές καταναλώσεις ενέργειας.

Τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας των στοιχείων (παραγωγής και κατανάλωσης ενέργειας) διαφέρουν μερικώς ανάλογα με τους φορείς επεξεργασίας, και τη χρησιμοποιούμενη μεθοδολογία (διεθνείς ενώσεις, εταιρείες κ.α.) που ασχολούνται με την παραγωγή και κατανάλωση ενέργειας σε παγκόσμιο επίπεδο, ή σε επιμέρους περιοχές.

Για την προσφερόμενη πρωτογενή ενέργεια, ενδιαφέρει παρουσιάζει η 70η έκδοση της *bp Statistical Review (2021)*, η οποία εκτός των άλλων, εκτιμά τα επακόλουθα και το βαθμό επηρεασμού στη προσφερόμενη ενέργεια την περίοδο της πανδημίας. Σύμφωνα λοιπόν με την έκθεση η οικονομική αναταραχή εξαπλώθηκε σε ασύγκριτη αστάθεια και αναστάτωση και στις παγκόσμιες αγορές ενέργειας. Η παγκόσμια ζήτηση ενέργειας εκτιμάται ότι μειώθηκε κατά 4,3% το 2020 σε σύγκριση με το 2019, ενώ τη περίοδο 2010-2019 η κατανάλωση παρουσίαζε μια αυξητική πορεία (βλέπε σχήμα 1.4 και πίνακα 1.3) από 1%- 2,5%. Πρόκειται λοιπόν για τη μεγαλύτερη ύφεση από το τέλος του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου, που οφείλεται κυρίως στην άνευ προηγουμένου κατάρρευση της ζήτησης πετρελαίου

Αξιοσημείωτο επίσης της έκθεσης της BP είναι η απεικόνιση της πορείας της ζήτησης πρωτογενούς ενέργειας την τελευταία 10ετία παγκόσμια και σε δυο τμήματα, το ένα περιλαμβάνει τις χώρες του ΟΟΣΑ και το άλλο τις υπόλοιπες χώρες που δεν συμπεριλαμβάνονται σε αυτές του ΟΟΣΑ (βλέπε σχήμα 1.4 και πίνακα 1.3), Επίσης στο διάγραμμα για σύγκριση περιλαμβάνονται και συνολικά οι χώρες τις Ε.Ε.



Σχήμα 1.4. Εξέλιξη και τάση της προσφερόμενης ενέργειας Παγκοσμίως, στις χώρες του ΟΟΣΑ και στις υπόλοιπες χώρες (εκτός ΟΟΣΑ), καθώς και στις χώρες τις Ε.Ε. για τη χρονική περίοδο 2010-2020 (με στοιχεία από τη *bp Statistical Review (2021)*)



Πίνακας 1.3. (Α). Εξέλιξη της προσφερόμενης ενέργειας για τη δεκαετία 2010-2020 σε Μτοε. (Β). Προσφερόμενη ενέργεια ανά καύσιμο για τα έτη 2019, 2020 σε Μτοε. (Γ). Σε ποσοστιαία συμμετοχή ανά καύσιμο για τα έτη 2019,2020 (Δ). Εκπομπές CO<sub>2</sub> από πρωτογενείς πηγές. Παγκοσμίως, στις χώρες του ΟΟΣΑ και στις υπόλοιπες χώρες (εκτός ΟΟΣΑ), καθώς και στις χώρες τις Ε.Ε. και στην Ελλάδα (στοιχεία από τη bp Statistical Review (2021)).

(Α)	Προσφερόμενη πρωτογενής ενέργεια σε Μτοε											Μερίδιο στην ολική κατανάλωση του 2020
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
Παγκόσμια	12070,8	12363,6	125219	12762	12887,2	13003,0	13178,1	13418,8	13760,6	13889,1	13294,9	100%
Χώρες ΟΟΣΑ	5593,5	5535,0	5481,8	5532,4	5485,1	5499,4	5521,2	5571,8	5657,1	5600,5	5185,6	33,4%
Χώρες εκτός ΟΟΣΑ	6477,3	6828,6	7048,3	7229,6	7402,1	7503,6	7656,9	7847,0	8103,6	8288,9	8109,3	66,6%
Ε.Ε.	1554,2	1507,6	1489,4	1476,5	1423,3	1441,4	1457,7	1476,1	1475,8	1450,8	1331,3	7,9%
Ελλάδα	32,0	31,3	29,4	27,7	26,0	26,3	25,8	27,0	27,0	28,4	23,9	0,2%

(Β)	Προσφερόμενη πρωτογενής ενέργεια ανά πρωτογενή ενεργειακή πηγή σε Μτοε											
	2019						2020					
	Πετρέλαιο	Φυσικό Αέριο	Άνθρακας	Πυρηνικά	ΑΠΕ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ	Πετρέλαιο	Φυσικό Αέριο	Άνθρακας	Πυρηνικά	ΑΠΕ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ
Παγκόσμια	4583,2	3356,7	3765,2	595,4	1588,6	13889,1	4149,5	3287,0	3616,6	572,8	1668,8	13294,9
Χώρες ΟΟΣΑ	2153,4	1547,7	771,5	424,7	700,5	5600,5	1875,4	1511,4	655,9	398,2	744,7	5185,6
Χώρες εκτός ΟΟΣΑ	2429,8	1809,0	2993,7	170,8	885,4	8288,9	2274,1	1775,6	2960,7	174,6	924,1	8109,3
Ε.Ε.	553,4	336,3	174,8	162,9	223,1	1450,7	478,4	326,7	141,2	145,9	239,1	1331,3
Ελλάδα	15,29	4,54	5,25	0,00	3,82	28,42	12,18	5,02	2,63	0,00	4,06	23,88

(Γ)	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά πρωτογενή ενεργειακή πηγή (%)											
	Ποσοστιαία (%) κατανομή το 2019						Ποσοστιαία (%) κατανομή το 2020					
	Πετρέλαιο	Φυσικό Αέριο	Άνθρακας	Πυρηνικά	ΑΠΕ	Το 100% Σε Μτοε	Πετρέλαιο	Φυσικό Αέριο	Άνθρακας	Πυρηνικά	ΑΠΕ	Το 100% Σε Μτοε
Παγκόσμια	33,00%	24,17%	27,11%	4,29%	11,44%	<b>13889,10</b>	31,21%	24,72%	27,20%	4,31%	12,55%	<b>13294,90</b>
Χώρες ΟΟΣΑ	38,45%	27,64%	13,78%	7,58%	12,51%	<b>5600,50</b>	36,17%	29,15%	12,65%	7,68%	14,36%	<b>5185,60</b>
Χώρες εκτός ΟΟΣΑ	29,31%	21,82%	36,12%	2,06%	10,68%	<b>8288,90</b>	28,04%	21,90%	36,51%	2,15%	11,40%	<b>8109,30</b>
Ε.Ε.	38,15%	23,18%	12,05%	11,23%	16,38%	<b>1450,70</b>	35,93%	23,54%	10,61%	10,96%	17,96%	<b>1331,30</b>
Ελλάδα	53,8%	16,0%	18,5%	0,0%	13,4%	<b>28,42</b>	51,0%	21,0%	11,0%	0,0%	17,0%	<b>23,88</b>

(Δ)	Εκπομπές CO <sub>2</sub> από πρωτογενείς πηγές (×10 <sup>6</sup> τόνοι CO <sub>2</sub> )											
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Μερίδιο 2020
Παγκόσμια	31291	32172,5	32504,0	33071,2	33140,7	33206,1	33361,9	33726,9	34351,1	34356,6	32284	100%
Χώρες ΟΟΣΑ	13046	12857,6	12667,9	12767,2	12553,9	12473,1	12377,7	12396,3	12494,8	12140,1	10778	33,4%
Υπόλοιπες Χώρες	18245	19314,9	19836,1	20303,9	20586,7	20733,1	20984,2	21330,6	21856,3	22216,5	21506	66,6%
Ε.Ε.	3386,4	3300,3	3218,7	3147,0	2982,4	3045,6	3077,2	3115,3	3070,5	2936,7	2550,9	7,9%
Ελλάδα	94,6	94,5	88,2	79,2	75,6	73,3	69,9	74,0	72,1	76,7	58,2	0,2%

Φαίνεται λοιπόν σε όλες τις περιπτώσεις η αισθητή η διακοπή της ετήσιας αυξητικής πορείας (χαρακτηριστική η γραμμή τάσης) κατά το έτος 2020 τόσο παγκοσμίως όσο και στις επιμέρους περιοχές, όπου όμως η πορεία στις μεν χώρες του ΟΟΣΑ, εμφάνιζε μέχρι το 2019 μια αισθητή πτωτική τάση (χαρακτηριστική η γραμμή τάσης), σε αντίθεση στις υπόλοιπες χώρες εκτός ΟΟΣΑ οι οποίες εμφάνιζαν μια έντονη αυξητική ετήσια πορεία (βλέπε γραμμή τάσης) (η ομάδα αυτή περιλαμβάνει κυρίως χώρες της Ασίας και της Αφρικής).

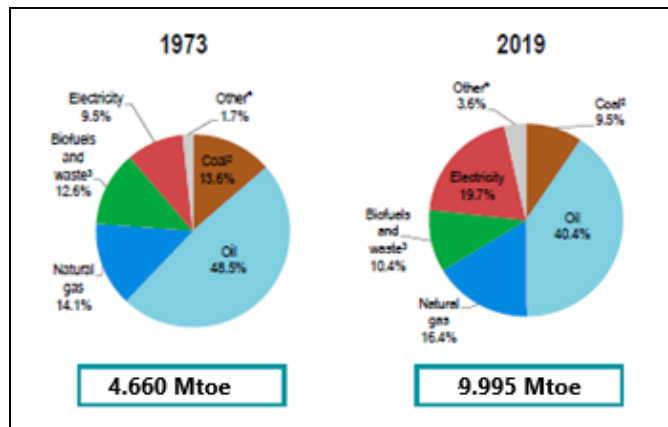
Τέλος, στη περίπτωση της Ε.Ε. στην οποία θα αναφερθούμε περισσότερο αναλυτικά στη συνέχεια (Σχ. 1.4) στο σύνολο των χωρών της εμφανίζεται μια πτωτική τάση. Για να γίνει κατανοητή και η επιρροή της πανδημίας στη ζήτηση ενέργειας, στο πίνακα 3B, 3Γ, αντιπαρατίθενται οι συνολικές τιμές προσφερόμενης ενέργειας σε Μtoe και η ποσοστιαία κατανομή σ' αυτή των επιμέρους καυσίμων, τόσο παγκόσμια, όσο και στις επί μέρους ενότητες (χώρες του ΟΟΣΑ, χώρες εκτός ΟΟΣΑ. Ε.Ε., Ελλάδα) για το 2019 (έτος εκτός πανδημίας) και 2020 (έτος με πανδημία). Η ποσοστιαία συμμετοχή του πετρελαίου εμφανίζει μια χαρακτηριστική μείωση σε όλες τις περιπτώσεις (πίνακας 1.3). Οι υπόλοιπες πηγές (Φυσικό Αέριο, Άνθρακας, Πυρηνικά) παρουσιάζουν μια ποσοστιαία συμμετοχή σχεδόν σταθερή, με ελάχιστες διαφοροποιήσεις. Αντίθετα, οι ΑΠΕ εμφανίζονται το 2020 με αυξημένες τιμές με ιδιαίτερα μεγάλες στην Ε.Ε. και στις χώρες του ΟΟΣΑ.

Η International Energy Agency (IEA), παρουσιάζει στο KEY WORLD ENERGY STATISTICS (2020 και 2021) μια άλλη ενδιαφέρουσα προσέγγιση, τη *κατανάλωση ενέργειας* από τις προσφερόμενες πηγές σε παγκόσμιο επίπεδο. Η ενέργεια που είναι διαθέσιμη για τελική κατανάλωση προκύπτει από τη διαθέσιμη ακαθάριστη ενέργεια μείον τις απώλειες. Αναλυτικότερα ως ακαθάριστη ενέργεια εννοείται η διαθέσιμη ενέργεια, η οποία περιλαμβάνει τις πρωτογενείς πηγές ενέργειας (φυσικοί ενεργειακοί πόροι) που χρησιμοποιούνται στη διάρκεια του έτους (στερεά καύσιμα, πετρέλαιο, φυσικό αέριο και την ισοδύναμη ηλεκτρική ή θερμική ενέργεια που παράγεται από υδροηλεκτρικούς σταθμούς, ηλιακά θερμικά και φωτοβολταϊκά συστήματα, αιολικές μονάδες, βιομάζα και γεωθερμία). Από αυτή αφαιρούνται οι απώλειες ενέργειας κατά τις διαδικασίες μετατροπής, μεταφοράς και διανομής ενέργειας προς τους τελικούς καταναλωτές, καθώς και η ενέργεια που καταναλώνεται στον τομέα Ενέργειας (διαδικασίες μετατροπής).

Από την ενέργεια προς κατανάλωση, ένα πολύ μεγάλο μέρος διατίθεται σε διάφορους τομείς αφού προηγουμένως μετατραπεί σε ηλεκτρική ενέργεια, η οποία αποτελεί μια δευτερογενή πηγή ενέργειας. Το σύνολο πλέον, συμπεριλαμβανομένης και της ηλεκτρικής ενέργειας χρησιμοποιείται στους τομείς τελικής κατανάλωσης (βιομηχανία, μεταφορές, οικιακός τομέας, εμπόριο και υπηρεσίες και αγροτικός τομέας), αλλά μπορεί να έχει και μη ενεργειακές χρήσεις (π.χ. χρήση φυσικού αερίου ως πρώτη ύλη για την παραγωγή χημικών προϊόντων).

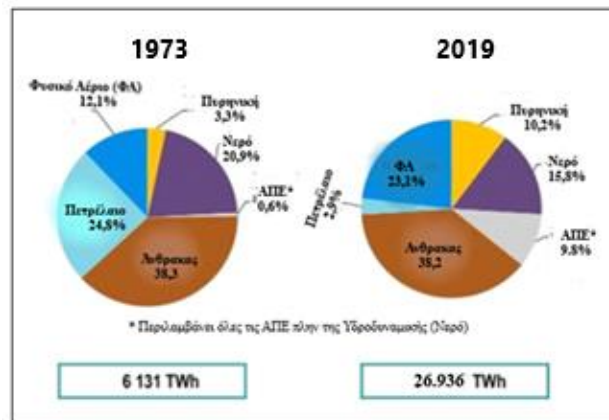
Με βάση λοιπόν τα στατιστικά στοιχεία της International Energy Agency (IEA- 2019), προκύπτει ότι η παγκόσμια κατανάλωση από τη συνολικά προσφερόμενη ενέργεια από διάφορες πηγές (Σχ.1.5) για το έτος 1973 ήταν 4660 Μtoe (το 76,42% της προσφερόμενης (Σχ.1.2), ενώ το 2018 ήταν 9938 Μtoe (το 69,58% της συνολικά προσφερόμενης ενέργειας, με βάση τα στοιχεία του πίνακα 1.2 και το σχήμα 1.2).

Από τη συνολική καταναλισκόμενη ενέργεια, όπως έχει προαναφερθεί, ένας μέρος μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια. Με βάση τα στοιχεία της IEA (2019) (σχ.1.6), φαίνεται η ποσοστιαία κατανομή της ηλεκτρικής ενέργειας από διάφορες πρωτογενείς πηγές. χαρακτηριστικό της εικόνας είναι ότι η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από διάφορες πηγές, στο αναφερόμενο χρονικό διάστημα (1973-2019) έχει υπερτετραπλασιαστεί.



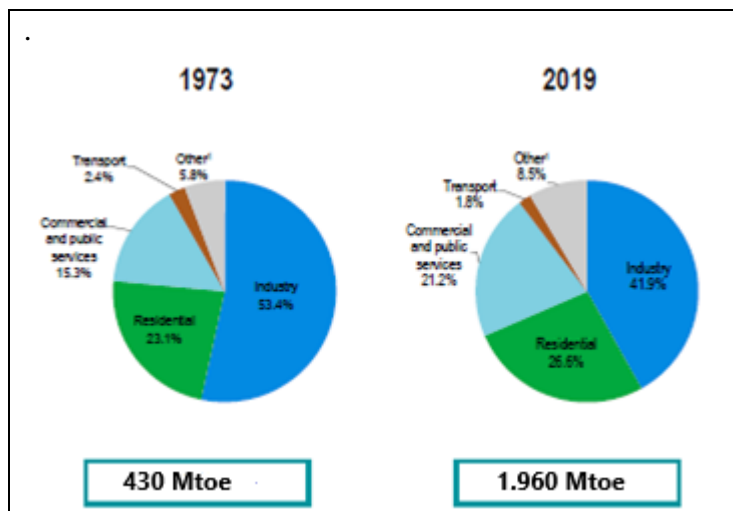
Σχήμα 1.5. Συνολική τελική σε παγκόσμιο επίπεδο, κατανάλωση ενέργειας (σε Mtoe) για τα έτη 1973, 2018 και ποσοστιαία κατανομή της από διάφορες ενεργειακές πηγές. Πηγή IEA, *World Energy Balances*, 2021.

Χαρακτηριστικό επίσης είναι ότι α) ο ορυκτός άνθρακας καλύπτει το μεγαλύτερο μέρος αυτής της παραγωγής και κατέχει σταθερό ποσοστό στη διάρκεια του χρονικού διαστήματος, β) το πετρέλαιο παρουσιάζει σημαντική πτώση στη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (από 24,8% το 1973 κατέληξε 1,9% το 2019), γ) το φυσικό αέριο και οι ανανεώσιμες πηγές εμφανίζουν μια καλή ποσοστιαία αύξηση.



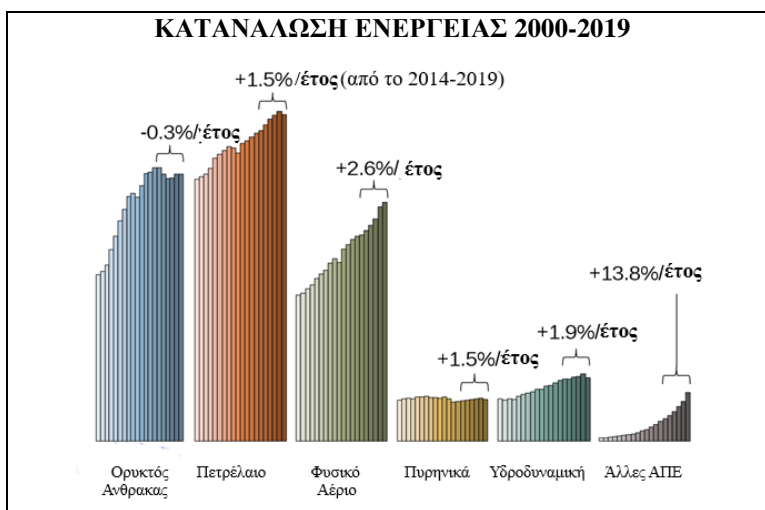
Σχήμα 1.6. Παγκόσμια ποσοστιαία κατανομή της ηλεκτρικής ενέργειας από διάφορες πρωτογενείς πηγές για τα έτη 1973 και 2019. (Πηγή IEA, *World Energy Balances*, 2020; IEA, *Electricity Information*, 2021).

Τέλος παρουσιάζει ενδιαφέρον η κατανομή της κατανάλωσης της ηλεκτρικής ενέργειας σε διάφορους τομείς (Σχ.1.7), όπου προκύπτει ότι τα μεγαλύτερα ποσοστά κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας έχουν ο οικιακός τομέας, η βιομηχανία και οι επιχειρήσεις και οι δημόσιες υπηρεσίες.



Σχήμα 1.7. Παγκόσμια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε διάφορες χρήσεις για τα έτη 1973, 2019. (Πηγή IEA, *World Energy Balances*, 2021).

Συμπερασματικά, η εξέλιξη της παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας με τη συμμετοχή πρωτογενών πηγών καυσίμων απεικονίζεται στο διάγραμμα (Σχ.1.8), όπου φαίνεται η κυριαρχία των ορυκτών καυσίμων, ιδιαίτερα του πετρελαίου. Επίσης χαρακτηριστικό της εικόνας για τη τελευταία πενταετία, είναι η αρνητική αυξητική τάση του άνθρακα, η περιορισμένη αυξητική τάση του πετρελαίου, η σχετικά μεγαλύτερη του Φυσικού αερίου και τέλος η αλματώδη ετήσια αύξηση των ΑΠΕ

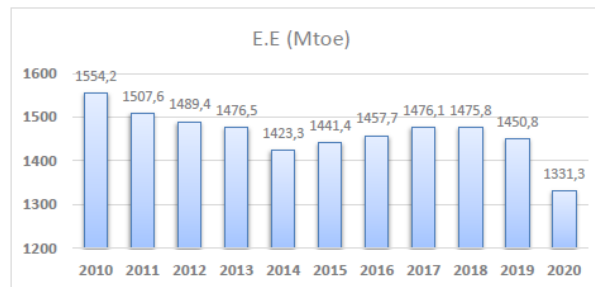


Σχήμα 1.8. Απεικόνιση της παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας για τη περίοδο 2000-2019 ανά πρωτογενή πηγή ενέργειας, με έμφαση στη διαγραφόμενη ετήσια τάση από το 2014-2019 (πηγή [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Global\\_Energy\\_Consumption.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Global_Energy_Consumption.svg))

### 1.1.2. Η εξέλιξη της ενέργειας στην Ελλάδα και στην Ε.Ε.

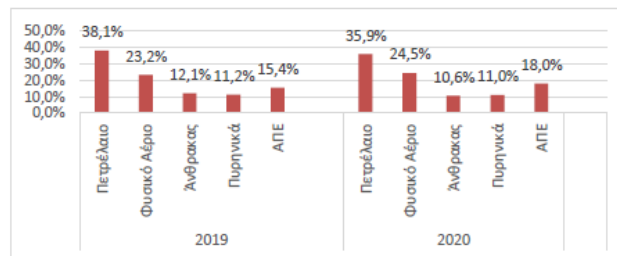
Για να παρακολουθήσουμε την εξέλιξη της ενέργειας στην Ε.Ε. όσο και στην Ελλάδα στη συνέχεια, θα στηριχθούμε στην έκθεση της BP (70η έκδοση της *bp Statistical Review (2021)*) και στη μελέτη του IOBE (*Ο τομέας Ενέργειας στην Ελλάδα 2021*) (με στοιχεία της Eurostat, η οποία χρησιμοποιεί κοινή μεθοδολογία επεξεργασίας των ενεργειακών στοιχείων για όλες τις χώρες της Ε.Ε) των οποίων οι μετρήσεις παρουσιάζουν ορισμένες αποκλίσεις, αλλά γενικά παρουσιάζουν μια αναλογικότητα.

Οι εξελίξεις στην κατανάλωση ενέργειας στην Ε.Ε. παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον την τελευταία 10ετία (Σχ.1.9) Γενικά η προσφερόμενη ενέργεια παρουσιάζει μια πτωτική πορεία (της τάξης του 1-3%) μέχρι το 2014, και μια ανοδική (της τάξης του 1-2%) μέχρι το 2018, πορεία η οποία οφείλεται κατά βάση τις διάφορες κατά διαστήματα οδηγίες της Ε.Ε και οι οποίες προσπαθούν να περιορίσουν την κατανάλωση της ενέργειας. Η πτώση όμως του 2020 είναι αρκετά χαρακτηριστική.



Σχήμα 1.9. Εξέλιξη της προσφερόμενης ενέργειας συνολικά στις χώρες της Ε.Ε. για τη χρονική περίοδο 2010-2020 (στοιχεία από τη *bpStatistical Review (2021)*).

Παρατηρώντας το διάγραμμα (σχ.1.10) και (πίν.1.3), που συντάχθηκε με βάση τα στατιστικά στοιχεία της BP (2021) και τα οποία αφορούν τη προσφερόμενη ενέργεια ανά καύσιμο για το έτος 2019 (προ πανδημίας) και το 2020 (πανδημίας), προκύπτει ότι η προαναφερόμενη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας κατά το έτος 2020 ακολουθήθηκε, όπως ήταν αναμενόμενο και από μειώσεις των επί μέρους καυσίμων με εξαίρεση τις ΑΠΕ και σχετικά το φυσικό αέριο που παρουσίασαν αυξήσεις.



Σχήμα.1.10. Ποσοστιαία κατανάλωση ενέργειας, ανά πρωτογενείς πηγές ενέργειας στην Ε.Ε. για τα έτη 2019,2020 (στοιχεία από τη *bpStatistical Review (2021)*)

Στην Ελλάδα οι επιλογές της εθνικής ενεργειακής πολιτικής υπαγορεύονται, σε βασικές κατευθύνσεις, από τις αποφάσεις της ΕΕ. Κύριος καθοδηγητικός παράγοντας της πολιτικής της της

Ελλάδας για την ενέργεια και το κλίμα, από την προηγούμενη δεκαετία, είναι με βάση τις οδηγίες της Ε.Ε. η δέσμευση για μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου, η οποία συνοδεύεται από υποχρεώσεις αύξησης της διείσδυσης των ΑΠΕ και βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας, έτσι ώστε μέχρι το 2050 να έχει επιτευχθεί κλιματική ουδετερότητα.

Σήμερα δυο βασικά χαρακτηριστικά του τομέα ενέργεια στη χώρα μας είναι:

- α) Ότι η Ελλάδα παραμένει μια οικονομία που στηρίζεται στα ορυκτά καύσιμα (άνθρακας, πετρέλαιο και φυσικό αέριο) και έχει μεγάλη εξάρτηση από εισαγωγές πρωτογενούς ενέργειας.
- β) Το **36,7%** της ενέργειας που παράγεται στη χώρα καταναλώνεται για **μεταφορές**, το **24,3%** για **οικιακή κατανάλωση**, το **22,8%** στη **βιομηχανία** και το **13%** στο **εμπόριο και τις υπηρεσίες**.

Επίσης, οι αδυναμίες του ενεργειακού συστήματος είναι:

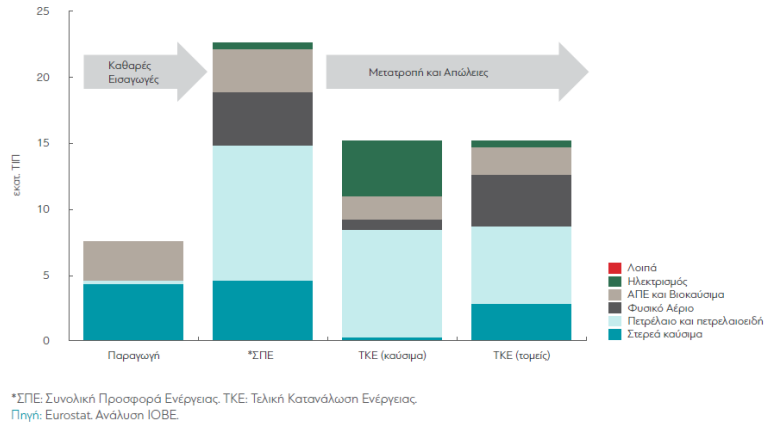
- α) η υψηλή ενεργειακή εξάρτηση και
- β) η υψηλή εξάρτηση από ορυκτά καύσιμα.

Σύμφωνα και με την έκθεση της BP, για την τελευταία δεκαετία (2010-2020), έχει παρατηρηθεί μέχρι το 2016, μια σημαντική μείωση της παρεχόμενης ενέργειας (Σχ. 1.11) (από 32,0 σε 25,8 Mtoe δηλαδή 19,4% πτώση), η οποία ακολουθήθηκε από μια μικρή άνοδο (από 25,8 σε 28,4 Mtoe, περίπου 10% άνοδο) μέχρι το 2019, ενώ το επόμενο έτος (2020 έτος πανδημίας) παρουσιάζεται μια σημαντική πρωτόγνωρη πτώση (από 28,4 σε 23,9 Mtoe 15,9% σε ένα έτος), η μεγαλύτερη που έχει παρουσιαστεί ποτέ μεταξύ διαδοχικών ετών. Γενικά η πορεία της προσφερόμενης ενέργειας στη δεκαετία (Σχ.1.11) ακολουθεί σχεδόν τη πορεία της Ε.Ε. των 27 (Σχ. 1.9), Αυτό συμβαίνει γιατί στην Ελλάδα, όπως έχει αναφερθεί οι επιλογές της εθνικής ενεργειακής πολιτικής υπαγορεύονται, σε βασικές κατευθύνσεις, από τις αποφάσεις και τις οδηγίες της ΕΕ.

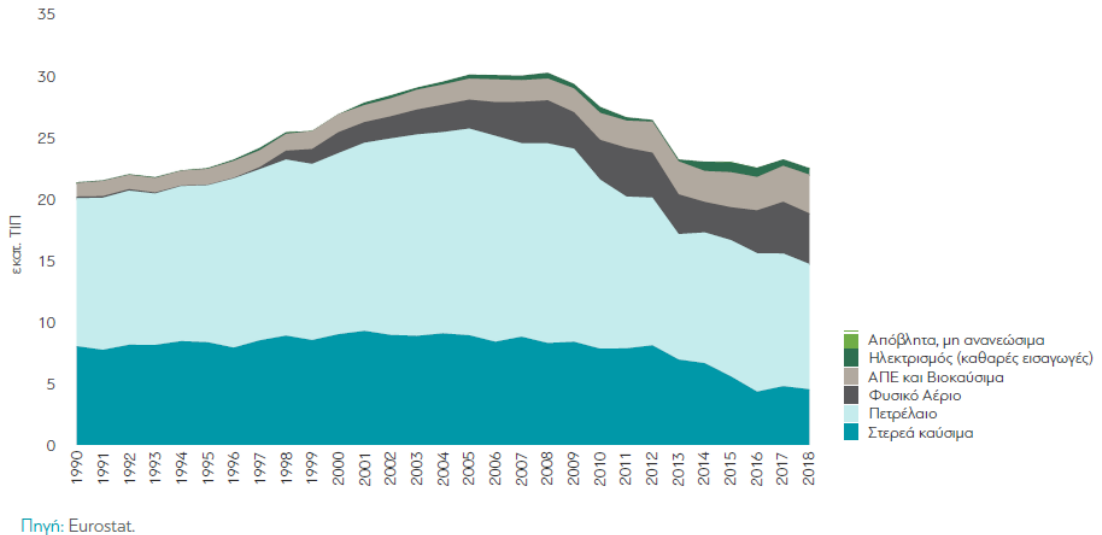


**Σχήμα 1.11. Εξέλιξη της προσφερόμενης ενέργειας συνολικά στην Ελλάδα για τη χρονική περίοδο 2010-2020 (στοιχεία από τη bpStatistical Review (2021))**

Με βάση τα στοιχεία της Eurostat (μελέτη IOBE), το 2018, η συνολική προσφορά πρωτογενούς ενέργειας στη χώρα έφτασε τα 22,56 Mtoe (Σχ.1.12 )και μετά από τη μετατροπή της σε ενεργειακά προϊόντα προς διάθεση για τελική κατανάλωση σε 15,19 Mtoe, εκ των οποίων τα πετρελαιοειδή καλύπτουν το μεγαλύτερο μέρος το 53,3% ενώ οι ΑΠΕ περίπου το 11.1



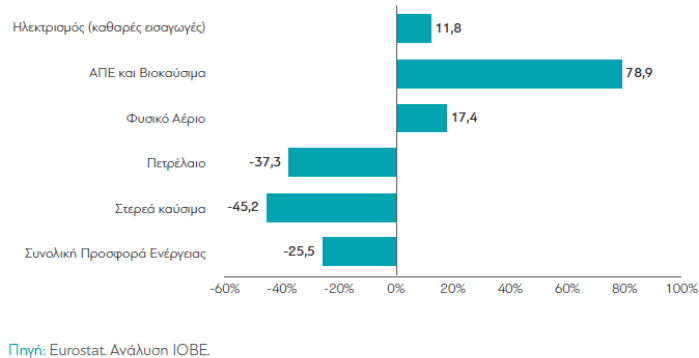
**Σχήμα 1.12. Παραγωγή και κατανάλωση ενέργειας στην Ελλάδα, 2018**



**Σχήμα 1.13. Προσφορά πρωτογενούς ενέργειας, 1990-2018**

Από το 2008 μέχρι το 2018, η συνολική προσφορά πρωτογενούς ενέργειας μειώθηκε κατά 25,5% (από 30,28 σε 22,56 Mtoe), επηρεαζόμενη κυρίως από την ύφεση της ελληνικής οικονομίας, ενώ το προηγούμενο χρονικό διάστημα ακολουθούσε μια ανοδική πορεία (Σχ.1.13). Το πετρέλαιο παραμένει η κυριότερη πηγή ενέργειας, με μερίδιο 45% το 2018, παρά τη σημαντική πτώση κατά 37,3%, που σημείωσε από το 2008 (από 16,21 σε 10,17 Mtoe) (Σχ.1.14). Τα στερεά καύσιμα (κυρίως λιγνίτης), τα οποία χρησιμοποιούνται σχεδόν αποκλειστικά στην ηλεκτροπαραγωγή, ήταν η δεύτερη κυριότερη πηγή πρωτογενούς ενέργειας, αντιπροσωπεύοντας το 20,2% της συνολικής προσφοράς πρωτογενούς ενέργειας το 2018. Η προσφορά στερεών καυσίμων είχε περιοριστεί το 2018 κατά 45,2% έναντι του 2008 (από 8,32 σε 4,56 Mtoe), εξαιτίας της μείωσης της παραγωγής των λιγνιτικών μονάδων ηλεκτροπαραγωγής. Αντίθετα, σημαντική αύξηση κατά 17,4% σημείωσε την περίοδο 2008-2018 το φυσικό αέριο (από 3,51 σε 4,12 Mtoe), το οποίο έκανε την εισοδό του στο εγχώριο ενεργειακό ισοζύγιο μετά από τα μέσα της δεκαετίας του 1990 και το 2018

αντιπροσώπευε το 18,3% της συνολικής προσφοράς πρωτογενούς ενέργειας στην Ελλάδα. Οι ΑΠΕ και τα βιοκαύσιμα σημείωσαν εντυπωσιακή ανάπτυξη κατά 78,9% από το 2008 μέχρι το 2018 (από 1,76 σε 3,14 Μtoe) και αύξησαν σημαντικά το μερίδιό τους στη συνολική προσφορά ενέργειας, από 5,8% το 2008 σε 13,9% το 2018, ενώ οι καθαρές εισαγωγές ηλεκτρισμού, οι οποίες αποτελούν μικρό τμήμα της εγχώριας προσφοράς ενέργειας (2,4% το 2018), αύξησαν αρκετά τη συμμετοχή τους μετά το 2013.



**Σχήμα 1.14. Προσφορά πρωτογενούς ενέργειας ανά πηγή ενέργειας: Ποσοστιαία μεταβολή μεταξύ 2008 και 2018**

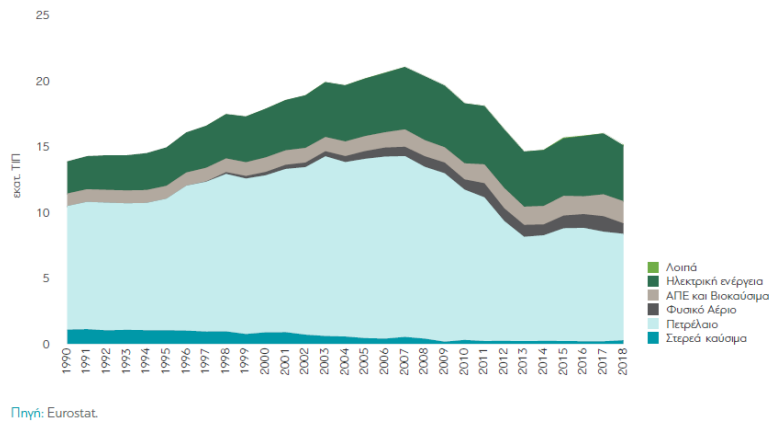
Όσον αφορά στην εγχώρια παραγωγή ενέργειας, αυτή προέρχεται κυρίως από τα στερεά καύσιμα, τα οποία το 2018 έφτασαν τα 4,27 Μtoe (Σχ.1.13), παραγωγή μειωμένη κατά 47% συγκριτικά με το 2012. Ωστόσο, συνεχίζει να αντιπροσωπεύει το μεγαλύτερο μέρος της συνολικής εγχώριας παραγωγής πρωτογενούς ενέργειας (57% το 2018). Το υπόλοιπο τμήμα της εγχώριας παραγωγής πρωτογενούς ενέργειας προέρχεται κυρίως από τις ΑΠΕ και τα βιοκαύσιμα (3,02 Μtoe το 2018) (Σχ.1.12), η παραγωγή των οποίων αυξήθηκε κατά 78% την περίοδο 2008-2018. Τέλος, λιγότερο από 3% της εγχώριας πρωτογενούς παραγωγής καταλαμβάνει το αργό πετρέλαιο, το φυσικό αέριο και τα μη ανανεώσιμα απόβλητα.

Κύριο στοιχείο της κατανάλωσης είναι ότι το πετρέλαιο αντιπροσώπευσε το 53,3% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας το 2018 (Σχ.1.15), παραμένοντας η κυριότερη πηγή ενέργειας στην Ελλάδα, αν και η κατανάλωσή του περιορίστηκε σημαντικά μεταξύ του 2008 και του 2014. Η ηλεκτρική ενέργεια κάλυψε το 28% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας το ίδιο έτος και, παρά τη μείωση της ζήτησης, αύξησε το μερίδιό της κατά 6 ποσοστιαίες μονάδες συγκριτικά με το 2008.

Η κατανάλωση φυσικού αερίου επέδειξε αξιοσημείωτη σταθερότητα σε ένα περιβάλλον ύφεσης της οικονομίας, καθώς το φυσικό αέριο υποκατέστησε προϊόντα πετρελαίου για σκοπούς θέρμανσης και σε βιομηχανικές και εμπορικές χρήσεις. Οι ΑΠΕ και τα βιοκαύσιμα αποτέλεσαν τη μοναδική πηγή ενέργειας που σημείωσε αύξηση στην τελική κατανάλωση (κατά 37,7% μεταξύ 2008 και 2018), ενισχύοντας σημαντικά το μερίδιό της στη συνολική τελική κατανάλωση ενέργειας, σε 11% το 2018 από 6% το 2008.

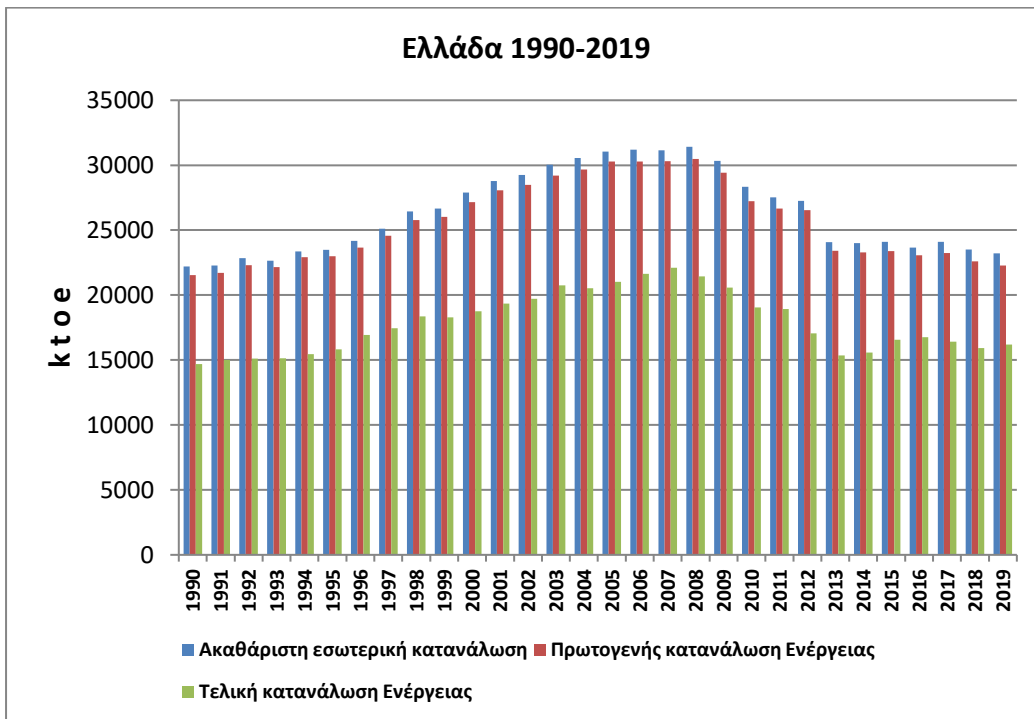
Με βάση τα στοιχεία της Eurostat ενδιαφέρον παρουσιάζει το διάγραμμα του Σχ.1.16, όπου φαίνεται η πορεία της πρωτογενούς ενέργειας σε διάφορες φάσεις, όπως στη φάση της ακαθάριστης εσωτερικής κατανάλωσης, τη φάση της πρωτογενούς κατανάλωσης ενέργειας και τη τελική φάση κατανάλωσης.





Σχήμα 1.15. Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά πηγή ενέργειας (πηγή Eurostat)

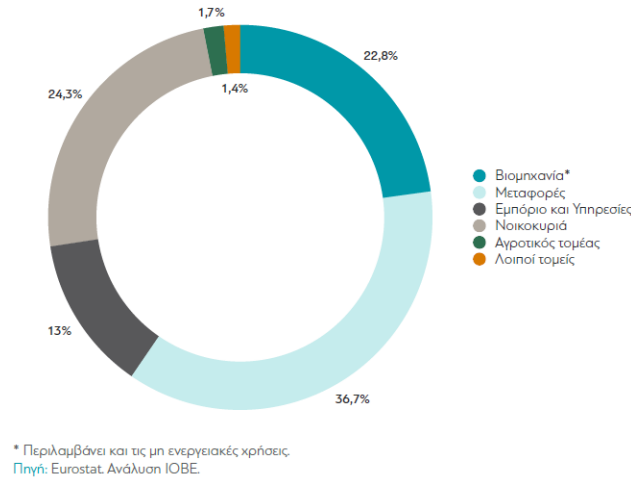
Χαρακτηριστικό του διαγράμματος είναι αφενός η συνεχώς ανοδική τάση μέχρι το 2008 και η πτωτική πορεία στη συνέχεια ως αποτέλεσμα της οικονομικής κρίσης. Επίσης η σταθερή αναλογία ακαθάριστης κατανάλωσης προς την τελική κατανάλωση σε όλο το αναφερόμενο χρονικό διάστημα.



Σχήμα 1.16 Εξέλιξη της κατανάλωσης ενέργειας σε διάφορες φάσεις για το χρονικό διάστημα 1990-2019 (συντάχθηκε με βάση τα στοιχεία της Eurostat)

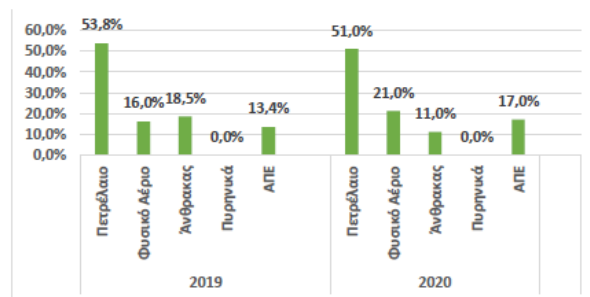
Όσον αφορά στη διάθεση της τελικής κατανάλωσης της ενέργειας στη χώρα με βάση το χαρακτηριστικό διάγραμμα της κατανάλωσης του 2018 (Σχ.1.17) φαίνεται, όπως έχει προαναφερθεί, ότι, οι μεταφορές είναι ο τομέας με τη μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας στην Ελλάδα, αντιπροσωπεύοντας το 36,7% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας το 2018. Ο οικιακός

τομέας είναι ο δεύτερος μεγαλύτερος καταναλωτής ενέργειας στην Ελλάδα, με μερίδιο 24,3% το 2018, ακολουθούμενος από τη βιομηχανία (22,8%) και το εμπόριο και υπηρεσίες (13%). Πολύ μικρότερη είναι η κατανάλωση ενέργειας στον αγροτικό τομέα και στους υπόλοιπους τομείς. Περαιτέρω, από την ανάλυση της μεταβολής της κατανάλωσης ενέργειας μεταξύ των ετών 2008 και 2018 προκύπτει ότι, όλοι οι τομείς παρουσίασαν σημαντική μείωση της κατανάλωσης, με εξαίρεση τον τομέα εμπορίου και υπηρεσιών στον οποίο η μείωση ήταν ηπιότερη.



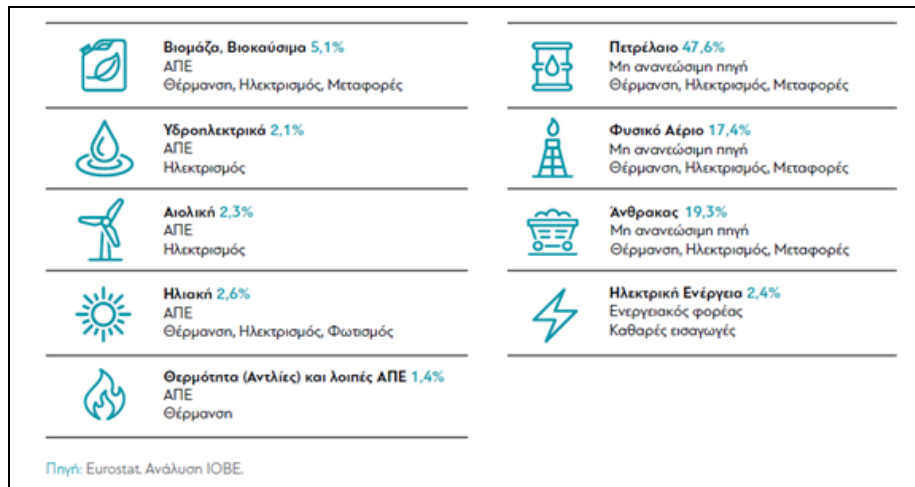
**Σχήμα 1.17. Κατανομή τελικής κατανάλωσης ενέργειας ανά τομέα, 2018**

Ένα ξεχωριστό ενδιαφέρον για την Ελλάδα παρουσιάζει το σχήμα 1.18 και ο πίνακας 1.3, που αφορούν την ποσοστιαία προσφερόμενη ενέργεια ανά καύσιμο το έτος πριν (2019) και κατά την πανδημία (2020). Το χαρακτηριστικό για την Ελλάδα είναι η εξάρτηση της χώρας κυρίαρχα από το πετρέλαιο, που ξεπερνά το 50% η συμμετοχή του στο ενεργειακό καθεστώς (53,8% το 2019, 51,0% το 2020), σε αντίθεση με την Ε.Ε. η οποία εμφανίζει αρκετά μικρότερα δεδομένα (Σχ. 1.10), αν και εδώ η κυρίαρχη πηγή πρωτογενούς ενέργειας είναι το πετρέλαιο. Όσον αφορά στις ΑΠΕ, παρουσιάζει μια σημαντική αύξηση 3,6%.



**Σχήμα 1.18. Ποσοστιαία κατανάλωση ενέργειας, από πρωτογενείς πηγές ενέργειας στην Ελλάδα για τα έτη 2019,2020 (στοιχεία από τη bpStatistical Review (2021))**

Όπως προαναφέρθηκε στη προηγούμενη παράγραφο, η ακαθάριστη διαθέσιμη ενέργεια είναι αυτή που περιλαμβάνει τις πρωτογενείς πηγές ενέργειας (φυσικοί ενεργειακοί πόροι) που χρησιμοποιούνται στη διάρκεια του έτους (στερεά καύσιμα, πετρέλαιο, φυσικό αέριο και την ισοδύναμη ηλεκτρική ή θερμική ενέργεια που παράγεται από υδροηλεκτρικούς σταθμούς, γλιακά θερμικά και φωτοβολταϊκά συστήματα, αιολικές μονάδες, βιομάζα και γεωθερμία), προσυζητημένες με τα ανακτήσιμα ή ανακυκλώσιμα ενεργειακά προϊόντα, τις εισαγωγές πρωτογενών πηγών ενέργειας και τα αναλωθέντα αποθέματα και μειούμενες κατά τις αντίστοιχες εξαγωγές. Η εικόνα 1.2 σύμφωνα με τη μελέτη του IOBE, παρέχει μια πρώτη εικόνα για την κατανομή της ακαθάριστης διαθέσιμης ενέργειας ανά πηγή στην Ελλάδα το 2018. Περίπου το 85% της ακαθάριστης διαθέσιμης ενέργειας στην Ελλάδα προερχόταν από μη ανανεώσιμες πηγές (ορυκτά καύσιμα), κυρίως πετρέλαιο και λιγότερο άνθρακα (λιγνίτης), φυσικό αέριο και εισαγωγές ηλεκτρικής ενέργειας. Το υπόλοιπο περίπου 15% της ακαθάριστης διαθέσιμης ενέργειας προερχόταν από ανανεώσιμες πηγές, με κυριότερη τη βιομάζα και μικρότερα ποσοστά των υπόλοιπων (γλιακή, αιολική, υδροηλεκτρική, γεωθερμία).

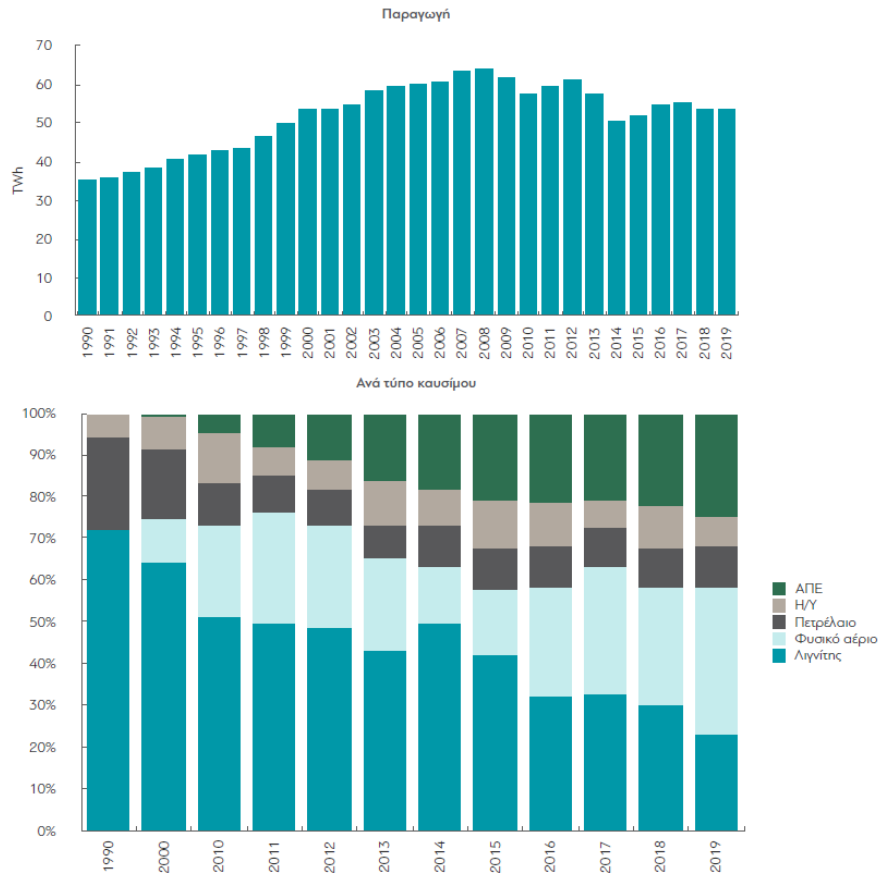


**Εικ.1.2. Ακαθάριστη διαθέσιμη ενέργεια ανά πηγή στην Ελλάδα, 2018(%)**

Τέλος, ενδιαφέρον παρουσιάζει η ηλεκτρική ενέργεια. Πολλοί ταυτίζουν τον κλάδο της ενέργειας με την ηλεκτρική ενέργεια. *Η ηλεκτρική ενέργεια είναι, όμως, μόνο ένα τμήμα της ενεργειακής παραγωγής και κατανάλωσης μιας χώρας.* Βεβαίως, είναι ίσως το πιο σημαντικό -και αναμένεται στο μέλλον να γίνει ακόμα σημαντικότερο. Η ηλεκτροπαραγωγή αναμένεται να τριπλασιαστεί μέσα στα επόμενα 50 χρόνια, κυρίως από τον εξηλεκτρισμό τομέων τελικής κατανάλωσης. Αυτό σημαίνει ότι ο κόσμος στο κοντινό μέλλον θα χρησιμοποιεί ενέργεια από το δίκτυο ηλεκτρισμού για δραστηριότητες για τις οποίες έως τώρα έκαγε ορυκτά καύσιμα. Η δε ηλεκτρική ενέργεια θα παράγεται ολοένα και περισσότερο από νέες, διαφορετικές πηγές.

Η ηλεκτρική ενέργεια έχει κομβική συμμετοχή στο ισοζύγιο ενέργειας της Ελλάδας. Ενώ δεν υφίσταται πρωτογενής παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και το μερίδιο στις εισαγωγές και εξαγωγές ενέργειας είναι πολύ περιορισμένο (1,9% και 0,9% αντίστοιχα το 2018), η ηλεκτροπαραγωγή απορροφά διαχρονικά μεταξύ 40%-50% της συνολικής προσφοράς ενέργειας στην Ελλάδα (43% το 2018). Το μερίδιο της ηλεκτρικής ενέργειας στη διαθέσιμη προς τελική κατανάλωση ενέργεια ενισχύεται διαχρονικά και ανέρχεται το 2018 σε 28%, από 23,1% το 2009 και 17,1% το 1990.

Όσον αφορά στο σύστημα ηλεκτρισμού στην Ελλάδα, με βάση τη μελέτη του IOBE και τα στοιχεία της Eurostat, παρατηρώντας το διάγραμμα (Σχ.1.19), όπου παρουσιάζεται η εξέλιξη από το 1990-2019 της παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας στη χώρα, επιβεβαιώνεται η συνεχής ανοδική πορεία μέχρι το 2018 και η εν συνεχεία πτώση, οφειλόμενη στην οικονομική κρίση. Αξιοσημείωτο στο ίδιο διάγραμμα είναι η συμμετοχή στην ίδια περίοδο στη παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από τα διάφορες πηγές. Φαίνεται λοιπόν η χαρακτηριστική μείωση των ορυκτών ανθράκων (λιγνιτών) με συμμετοχή το 2019 στο 23% της συνολικής παραγωγής από 50% του 2010 και 72% του 1990. Αντίθετα εμφανίζεται η μεγαλύτερη συνεχώς συμμετοχή του φυσικού αερίου. Το 2019 οι μονάδες φυσικού αερίου κατείχαν το μεγαλύτερο μερίδιο στο εγχώριο μείγμα ηλεκτροπαραγωγής, αντιπροσωπεύοντας το 35% της συνολικής παραγωγής (το αντίστοιχο ποσοστό ήταν 11% το 2000). Σταθερά ανοδική είναι η πορεία της παραγόμενης ενέργειας από μονάδες ΑΠΕ, της οποίας το μερίδιό τους να έχει διαμορφωθεί στο 25% το 2019 από 5% το 2010.



Πηγή: Eurostat. Ανάλυση IOBE.

**Σχήμα 1.19. Εξέλιξη παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, 1990-2019**

### 1.1.3. Το μέλλον της Ενέργειας σε συνδυασμό με το περιβάλλον

Σε περιόδους ενεργειακής κρίσης ή υπερβολικής αύξησης των τιμών των καυσίμων, ακούγεται έντονα η προτροπή για την εκμετάλλευση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και συγχρόνως πραγματοποιείται ένας αριθμός επενδύσεων χωρίς ιδιαίτερο προγραμματισμό και στόχους. Ότι ακριβώς συμβαίνει και με τη διαχείριση των υδατικών πόρων, σε περιόδους ανομβρίας σχεδιάζονται και υλοποιούνται έργα χωρίς ιδιαίτερους προβληματισμούς, έργα τα οποία στη συνέχεια ξεχνιούνται στις περιόδους «αφθονίας βροχοπτώσεων» για να επανέλθουν στην επόμενη ανομβρία.

Όμως πέρα από τις περιόδους ενεργειακών κρίσεων θεωρείται δεδομένη όπως προαναφέρθηκε η συνεχής αυξανόμενη ενεργειακή ζήτηση ( σχήματα 1, 2, 3), την οποία αύξηση δεν ακολουθεί όμως ομοιόμορφα η αύξηση των ορυκτών καυσίμων (ως εξαίρεση εδώ θα πρέπει να επισημάνουμε την σημαντική μείωση στη κατανάλωση ενέργειας κατά την περίοδο της πανδημίας, όπως ήδη έχει αναφερθεί). Εάν σε αυτά συνυπολογίσει κανείς και την περιβαλλοντική επιβάρυνση που προκαλείται στο πλανήτη καθώς και τις νομικά κατοχυρωμένες δεσμεύσεις των ανεπτυγμένων κρατών για την μείωση ορισμένων αερίων θερμοκηπίου, καθώς και την επικινδυνότητα στη χρήση πυρηνικής ενέργειας, τότε προκύπτει αβίαστα ότι οι ΑΠΕ «απαιτούν» ιδιαίτερη προσοχή και μελέτη γιατί αποτελούν την μοναδική ελπίδα εξασφάλισης σημαντικών ποσοτήτων ενέργειας με ελάχιστη οικονομική επιβάρυνση και με μηδενική σχεδόν επιβάρυνση του περιβάλλοντος.

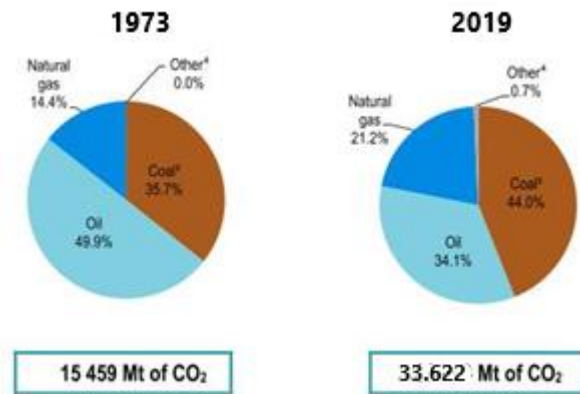
Η αναφορά σε επιβάρυνση του περιβάλλοντος, αφορά τις αυξανόμενες εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου. Σύμφωνα με την επιστημονική κοινότητα η αλλαγή στις κλιματικές συνθήκες οφείλεται στις ανθρωπογενείς εκπομπές αερίων που εκπέμπονται κατά την καύση των υδρογονανθράκων. Σύμφωνα με τις σημαντικές αποφάσεις στη Συμφωνία των Παρισίων το Δεκέμβριο του 2015, η οποία θεωρείται μία παγκόσμια συμφωνία για την αντιμετώπιση της Κλιματικής Αλλαγής, η οποία αναγκάζει τις χώρες και τις ενεργειακές εταιρείες να τροποποιήσουν τα προγράμματά τους με σκοπό την μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub>. Σκοπός λοιπόν της Συμφωνία είναι η διατήρηση της αύξησης της θερμοκρασίας του πλανήτη στα επίπεδα των 2°C, από το έτος αναφοράς το 1990, που αποτελεί το επίπεδο ασφαλείας για να αποφευχθούν οι πλέον αρνητικές συνέπειες την κλιματικής αλλαγής. Έτσι λοιπόν αν δεν ληφθούν μέτρα ελαχιστοποίησης των ανθρωπογενών εκπομπών CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα θα υπάρξουν δυσμενείς εξελίξεις στο κλίμα με την άνοδο της θερμοκρασίας και επιπτώσεις στην παγκόσμια οικονομία. Δεδομένου ότι το 60% των παγκόσμιων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου προέρχονται από δραστηριότητες που σχετίζονται με την παραγωγή και κατανάλωση ενέργειας, είναι φανερό ότι η εξέλιξη του ενεργειακού τομέα θα επηρεάσει πολύ σοβαρά το ζήτημα του περιβάλλοντος.

Η αναγκαιότητα περιορισμού της κατανάλωσης ενέργειας προκύπτει από τα στοιχεία διαφόρων πηγών όπου φαίνεται παγκοσμίως η συνεχώς αυξανόμενη εκπομπή CO<sub>2</sub> και αφετέρου η συνεχώς μειούμενη για τις χώρες της Ε.Ε, η οποία οφείλεται κατά βάση τις διάφορες κατά διαστήματα οδηγίες της Ε.Ε και οι οποίες προσπαθούν να περιορίσουν την κατανάλωση της ενέργειας, στις χώρες αυτές κατά συνέπεια συμπεριλαμβάνεται και η Ελλάδα.

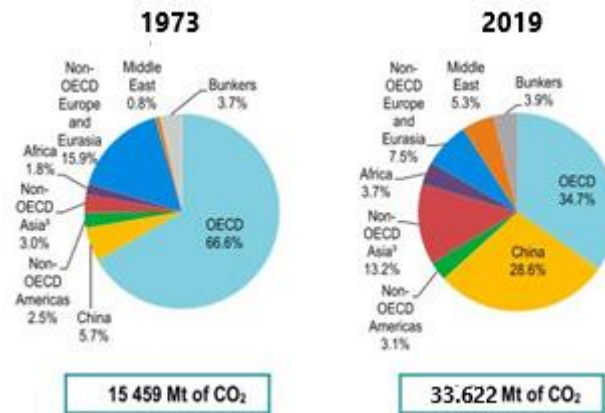
Παρακολουθώντας την εξέλιξη των εκπομπών του CO<sub>2</sub> η International Energy Agency (IEA), παρουσιάζει στο KEY WORLD ENERGY STATISTICS (2020) τη μακροχρόνια εξέλιξη των εκπομπών CO<sub>2</sub> (Σχ.1.20), όπου διακρίνεται στο διάστημα 1973- 2018, ο υπεδιπλασιασμός των εκπομπών CO<sub>2</sub> (15.459×10<sup>6</sup> τόνους CO<sub>2</sub> το 1973 έφτασαν τα 33.513×10<sup>6</sup> τόνους το 2018). Χαρακτηριστική είναι το σχήμα 1.21, που παρουσιάζει τις παραπάνω εκπομπές με βάση την

ποσοστιαία κατανομή σε διάφορες γεωγραφικές ενότητες, προκύπτει λοιπόν ότι οι Χώρες του ΟΟΣΑ έχουν σχεδόν περιορίσει τη συμμετοχή στο μισό (από 66,6% το 1973 μείωσαν σε 34,7%) βέβαια σε απόλυτες τιμές παραμένουν σε σχετικά ίδια επίπεδα (από  $10.259 \times 10^6$  τόνους CO<sub>2</sub> το 1973 σε  $11.626 \times 10^6$  τόνους).

Αντίθετα στις αναπτυσσόμενες και στις υπανάπτυξη χώρες, οι εκπομπές έχουν κατά πολύ πολλαπλασιαστεί, τόσο ποσοστιαία όσο και σε απόλυτες τιμές (1973 33,4% ή  $5.163 \times 10^6$  τόνους CO<sub>2</sub>, 2018 65,3% ή  $21.834 \times 10^6$  τόνους). Η αντίθεση αυτή χαρακτηρίζει τη σχετική συμμόρφωση των χωρών του ΟΟΣΑ στις διάφορες παγκόσμιες συμφωνίες για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής,



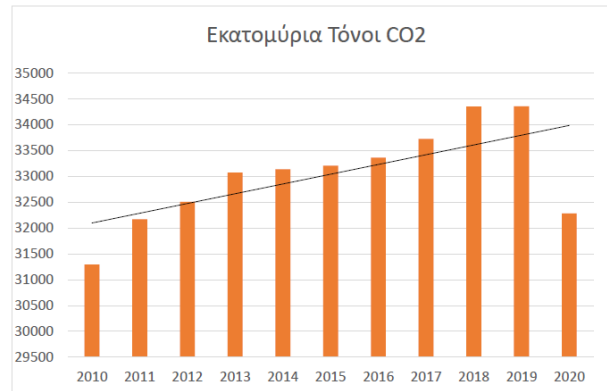
Σχήμα 1.20. Παγκόσμια εξέλιξη των εκπομπών CO<sub>2</sub> από διάφορες πρωτογενείς ενεργειακές πηγές για τη χρονική περίοδο 1973-2019. (Πηγή IEA, *World Energy Balances*, 2021).



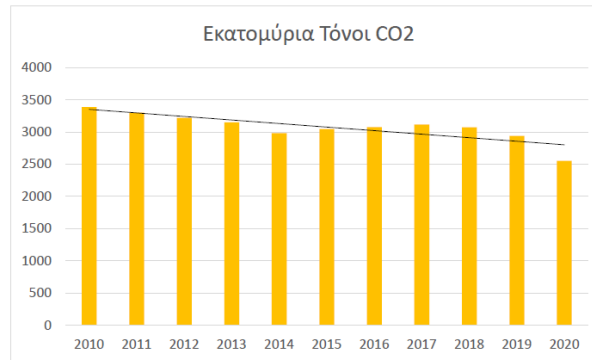
Σχήμα 1.21. Παγκόσμια εξέλιξη των εκπομπών CO<sub>2</sub> από διάφορες πρωτογενείς ενεργειακές πηγές για τη χρονική περίοδο 1973-2019, σε διάφορες γεωγραφικές περιοχές. Πηγή IEA, *World Energy Balances*, 2021.

Νεότερα στοιχεία για τις εκπομπές CO<sub>2</sub>, που να συμπεριλαμβάνουν και το έτος 2020 της πανδημίας, αναφέρονται στην έκθεση της BP. Με βάση λοιπόν τα στοιχεία της έκθεσης δημιουργήθηκαν τα διαγράμματα (σχήματα 1.22, 1.23, 1.24), οι οποίες απεικονίζουν τις εκπομπές CO<sub>2</sub> τη τελευταία 10ετία (2010-2020) παγκοσμίως (Σχ. 1.22), στις χώρες της Ε.Ε. (Σχ. 1.23) καθώς και στην Ελλάδα (Σχ. 1.24). Παρατηρώντας τις εικόνες διακρίνονται τα εξής: μια αυξανόμενη τάση παγκοσμίως μέχρι το 2019, γνωστή και από τα στοιχεία της ΙΕΑ, μια πτωτική τάση στην Ε.Ε., κάτι

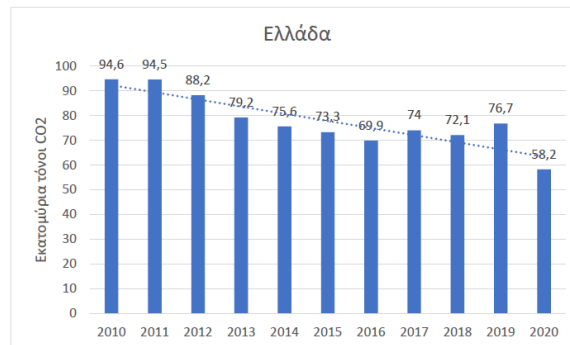
που επιβεβαιώθηκε και από τα στοιχεία της ΙΕΑ για τις χώρες συνολικά του ΟΟΣΑ και τέλος η τάση μείωσης για την Ελλάδα με μικροανοδικές τάσεις. Γενικά όμως το 2020 (έτος πανδημίας) παρουσιάστηκε μια σημαντική πτώση σε όλες τις ενότητες (5,9 % παγκοσμίως, 13,1% στην Ε.Ε., 20,2% στην Ελλάδα), η οποία οφείλεται λόγω πανδημίας στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, το οποίο είναι και το ζητούμενο. Δηλαδή με τα στοιχεία του έτους 2020 επιβεβαιώνεται ότι η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας από τα ορυκτά καύσιμα επιτυγχάνει πλήρως το αποτέλεσμα περιορισμού της ρύπανσης.



Σχήμα 1.22. Εξέλιξη- τάση των εκπομπών CO<sub>2</sub> παγκοσμίως για τη χρονική περίοδο 2010-2020



Σχήμα 1.23. Εξέλιξη- τάση των εκπομπών CO<sub>2</sub>στις χώρες της Ε.Ε. για τη χρονική περίοδο 2010-2020



Σχήμα 1.24. Εξέλιξη- τάση των εκπομπών CO<sub>2</sub>στην Ελλάδα για τη χρονική περίοδο 2010-2020

Τέλος, στο World Energy Outlook 2019, αναφέρονται οι τομείς που προκαλούν τη μεγαλύτερη αύξηση της εκπομπής ρύπων και είναι κατά σειρά, η βαριά βιομηχανία, τα οχήματα SUV, τα φορτηγά αυτοκίνητα, καθώς και οι αεροπορικές και ναυτιλιακές μεταφορές.

Στην Ε.Ε., στα πλαίσια αυτά, το 2018 τέθηκε σε ισχύ η τελευταία αναθεωρημένη έως σήμερα οδηγία (ΕΕ) 2018/2001 για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, η οποία θέτει ως στόχο να καλύπτεται έως το 2030 το 32% της κατανάλωσης τελικής ενέργειας από ΑΠΕ

Ο ΙΕΑ με βάση την αναγκαιότητα της συμφωνίας του Παρισιού, εξέτασε τρία πιθανά σενάρια που θα οδηγήσουν σε διαφορετικά αποτελέσματα (πίνακας 1.4.):

1. Το σενάριο της τρέχουσας πολιτικής (Current Policies): Τι συμβαίνει εάν η παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας συνεχίσει όπως είναι.
2. Καθεστώς δηλωμένων πολιτικών (Stated Policies - DOE): το οποίο ενσωματώνει όλες τις υπάρχουσες ενεργειακές πολιτικές, οι οποίες έχουν ανακοινωθεί και αξιολογεί τα αποτελέσματα που ενδέχεται να προκύψουν από την εφαρμογή των ανακοινωθέντων πολιτικών προθέσεων.
3. Το σενάριο βιώσιμης Αειφόρου ανάπτυξης (Sustainable Development-SDS), το οποίο περιγράφει μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για την επίτευξη διεθνώς συμφωνημένων στόχων για την κλιματική αλλαγή, τη ποιότητα του αέρα και τη καθολική πρόσβαση στη σύγχρονη ενέργεια, το οποίο γενικά σχετίζεται με την επίτευξη των στόχων της αειφορίας.

**Πίνακας 1.4: Παγκόσμια Ζήτηση Πρωτογενούς Ενέργειας ανά Καύσιμο και Σενάριο (Mtoe), 2000-2040 Πηγή: ΙΕΑ (2019)**

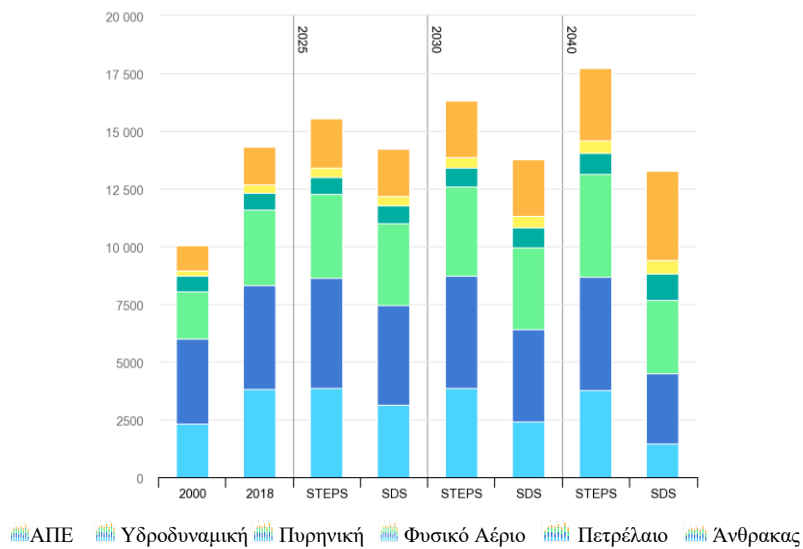
	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ		Σ Ε Ν Α Ρ Ι Α					
			Δηλωμένες Πολιτικές Stated Policies		Βιώσιμη Ανάπτυξη Sustainable Development		Τρέχουσες Πολιτικές Current Policies	
	2000	2018	2030	2040	2030	2040	2030	2040
Άνθρακας	2,317	3,821	3,848	3,779	2,430	1,470	4,154	4,479
Πετρέλαιο	3,665	4,501	4,872	4,921	3,995	3,041	5,174	5,626
Φυσικό Αέριο	2,083	3,273	3,889	4,445	3,513	3,162	4,070	4,847
Πυρηνικά	675	709	801	906	895	1,149	811	937
ΑΠΕ	659	1,391	2,287	3,127	2,776	4,381	2,138	2,741
Υδροηλεκτρικά	225	361	452	524	489	596	445	509
Βιοενέργεια	374	737	1,058	1,282	1,179	1,554	1,013	1,190
Άλλα	60	293	777	1,320	1,109	2,231	681	1,042
Στερεά Βιομάζα	638	620	613	546	140	75	613	546
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>10,037</b>	<b>14,314</b>	<b>16,311</b>	<b>17,723</b>	<b>13,750</b>	<b>13,279</b>	<b>16,960</b>	<b>19,177</b>
Μερίδιο Ορυκτών Καυσίμων	80%	81%	77%	74%	72%	58%	79%	78%
Εκπομπές CO <sup>2</sup> (Gt)	<b>23,1</b>	<b>33,2</b>	<b>34,9</b>	<b>35,6</b>	<b>25,2</b>	<b>15,8</b>	<b>37,4</b>	<b>41,3</b>

Σύμφωνα με το βασικό σενάριο των πολιτικών που ασκούνται, η ζήτηση για ενέργεια βαίνει αυξανόμενη, με ρυθμούς της τάξης του 1% έως το 2040. Η καθαρή ενέργεια που καθοδηγείται από την ηλιακή, προσφέρει περισσότερο από το ήμισυ αυτού του ρυθμού ανάπτυξης και το φυσικό αέριο καταλαμβάνει το ένα τρίτο της αγοράς. Παράλληλα, η ζήτηση για πετρέλαιο σταθεροποιείται και κορυφώνεται το 2030, ενώ ο άνθρακας υποχωρεί, σύμφωνα με στοιχεία πριν το ξέσπασμα της πανδημίας του κορωνοϊού. Ο ηλεκτρισμός υπόκειται σε μεγάλες μεταρρυθμίσεις. Οι χώρες εκείνες που οδεύουν ταχύτατα προς τα μηδενικά περιβαλλοντικά αποτυπώματα αναδιαμορφώνουν το σύνολο των λειτουργιών της παροχής ενέργειας και της κατανάλωσης. Ο ΙΕΑ αναφέρει ότι για να επιτευχθούν οι στόχοι πρέπει να επισπευθούν ριζικές και ταχείες αλλαγές σε όλο το ενεργειακό σύστημα, ενώ παράλληλα υπογραμμίζει πως απαιτείται να ληφθούν οι κατάλληλες πολιτικές από τους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων (policymakers).



Σύμφωνα με τον ΙΕΑ, όπως ήδη έχει αναφερθεί, η παγκόσμια ζήτηση πρωτογενούς ενέργειας αυξήθηκε κατά 2.3% το 2018, καταγράφοντας τη μεγαλύτερη ετήσια αύξηση από το 2010. Παρά το γεγονός ότι ο ρυθμός ανάπτυξης των ΑΠΕ έχει ξεπεράσει αυτόν των άλλων μορφών ενέργειας από το 2010, το μερίδιο των ορυκτών καυσίμων στην παγκόσμια ζήτηση πρωτογενούς ενέργειας παραμένει πάνω από 80%, όπως φαίνεται στον Πίνακα 1.4. Επίσης οι εκπομπές CO<sub>2</sub> από τις διάφορες πρωτογενείς πηγές εμφανίζονται σχετικά αυξημένες, όπως έχει ήδη αναφερθεί.

Εξαιρετικό ενδιαφέρον παρουσιάζει το σχήμα 1.25, που προέρχεται από ένα από τα ετήσια σενάρια της International Energy Agency ενεργειακής πρόβλεψης της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας από διάφορες πηγές για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, όπου απεικονίζεται η πραγματική κατανάλωση για τη περίοδο 1990-2018 και με προβολή ή πρόβλεψη μέχρι το 2040, με βάση (α) το Σενάριο Δηλωμένων Πολιτικών του (STEPS), και (β) με βάση το Σενάριο Αειφόρου Ανάπτυξης του ΙΕΑ (SDS).



**Σχήμα 1.25. Προοπτικές για τη παγκόσμια συνολική παροχή ενέργειας από διάφορες πρωτογενείς πηγές με σενάρια- STEP και SDS από το 2018- 2040 (σε Mtoe) (International Energy Agency (IEA)).**

Παρατηρείται λοιπόν στο σχήμα μια αύξηση του φυσικού αερίου και προβλέπεται για το μέλλον μια σημαντική αύξηση με το σενάριο STEPS και μια σταθεροποίηση με το σενάριο SDS. Στις ΑΠΕ φαίνεται μια αυξητική πορεία και προβλέπεται μια σταδιακή αύξηση και με τα δυο σενάρια και ιδιαίτερα με το SDS. Όσο αφορά την πυρηνική ενέργεια για χρήση ηλεκτρικής ενέργειας παραμένει σταθερή και ίδια και στο μέλλον. επίσης, ο ορυκτός άνθρακας κατέχει το μεγαλύτερο μέρος της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας και έτσι φαίνεται πως θα παραμείνει μέχρι το 2040 με το σενάριο STEPS αλλά με σημαντική μειωτική πορεία με το σενάριο SDS. Τέλος, το πετρέλαιο παρουσιάζει μια αυξητική πορεία, η οποία προβλέπεται να διατηρηθεί με το πρώτο σενάριο και να παρουσιάσει μια σημαντική σταδιακή απεξάρτηση της ηλεκτρικής ενέργειας από το πετρέλαιο με βάση το σενάριο SDS.

## 1.2. Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ)

Οι ανανεώσιμες μορφές ενέργειας (ΑΠΕ) ή ήπιες μορφές ενέργειας, ή νέες πηγές ενέργειας, ή πράσινη ενέργεια είναι μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας που προέρχονται από διάφορες φυσικές διαδικασίες, όπως ο άνεμος, ο ήλιος, η γεωθερμία, η κυκλοφορία του νερού, τα θαλάσσια κύματα και άλλες. Συγκεκριμένα σύμφωνα με την οδηγία 2009/28/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου, *ως ενέργεια από ανανεώσιμες, μη ορυκτές πηγές, θεωρείται η αιολική, ηλιακή, αεροθερμική, γεωθερμική, υδροθερμική και ενέργεια των ωκεανών, υδροηλεκτρική, η ενέργεια από βιομάζα, από τα εκλυόμενα στους χώρους υγειονομικής ταφής αέρια, από αέρια μονάδων επεξεργασίας λυμάτων και από βιοαέρια.*

Πρόκειται για «καθαρές» μορφές ενέργειας, πολύ «φιλικές» στο περιβάλλον, που δεν αποδεδμεύουν υδρογονάνθρακες, διοξείδιο του άνθρακα ή τοξικά και ραδιενεργά απόβλητα, όπως οι υπόλοιπες πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα. Έτσι οι ΑΠΕ θεωρούνται από πολλούς μία αφετηρία για την επίλυση των οικολογικών προβλημάτων που αντιμετωπίζει η Γη.

Η εκμετάλλευση άλλωστε των ανανεώσιμων πηγών για ενέργεια δεν είναι κάτι νέο. Ο παλιός ανεμόμυλος, ο νερόμυλος του χωριού ακόμη και η απλή καύση των ξύλων, συντρέφουν τους προγόνους μας και υπήρξαν πρόδρομοι της γνώσης που σήμερα εφαρμόζεται τεχνολογικά αναβαθμισμένη και σε μμεγαλύτερη κλίμακα.

Στη δεκαετία του 1860 και του 1870, υπήρχαν ήδη φόβοι ότι ο πολιτισμός θα εξαντληθεί από ορυκτά καύσιμα και έγινε αισθητή η ανάγκη για μια καλύτερη συνεχόμενη πηγή. Το 1873 ο Γάλλος καθηγητής Augustine Mouchot προέβλεψε :

*«Θα φτάσει η ώρα που η βιομηχανία της Ευρώπης θα πάψει να βρίσκει αυτούς τους φυσικούς πόρους, τόσο απαραίτητους γι 'αυτήν. Οι πηγές πετρελαίου και τα ανθρακωρυχεία δεν είναι ανεξάντλητες αλλά μειώνονται γρήγορα σε πολλά μέρη. Θα επιστρέψει λοιπόν ο άνθρωπος στη δύναμη του νερού και του ανέμου; ή θα μεταναστεύσει εκεί που η πιο ισχυρή πηγή θερμότητας στέλνει τις ακτίνες της σε όλους; Η ιστορία θα δείξει τι θα έρθει ».*

Το 1885, ο Ernst Werner Siemens, σχολιάζοντας την ανακάλυψη του «φωτοβολταϊκού φαινομένου» έγραψε:

*«Εν κατακλείδι, θα έλεγα ότι όσο μεγάλη και αν είναι η επιστημονική σημασία αυτής της ανακάλυψης, η πρακτική της αξία δεν θα είναι λιγότερο προφανής όταν αναλογιστούμε ότι η παροχή ηλιακής ενέργειας είναι τόσο απεριόριστη όσο και χωρίς κόστος και ότι θα συνεχίσει να εκπέμπει κάτω προς εμάς για αμέτρητες ηλικίες αφού όλα τα κοιτάσματα άνθρακα της γης θα έχουν εξαντληθεί και ξεχαστεί».*

Σήμερα, οι ΑΠΕ χρησιμοποιούνται είτε άμεσα (κυρίως για θέρμανση), είτε μετατρεπόμενες σε άλλες μορφές κυρίως ηλεκτρισμό ή μηχανική ενέργεια. Υπολογίζεται ότι το τεχνικά εκμεταλλεύσιμο ενεργειακό δυναμικό από τις ήπιες μορφές ενέργειας είναι πολλαπλάσιο της παγκόσμιας συνολικής κατανάλωσης ενέργειας. Η υψηλή όμως μέχρι πρόσφατα τιμή των νέων ενεργειακών εφαρμογών, τα τεχνικά προβλήματα εφαρμογής καθώς και πολιτικές και οικονομικές σκοπιμότητες που έχουν να κάνουν με τη διατήρηση του παρόντος στάτους κβο στον ενεργειακό τομέα εμπόδισαν την εκμετάλλευση έστω και μέρους αυτού του δυναμικού.

Το ενδιαφέρον για τις ήπιες μορφές ενέργειας ανακινήθηκε τη δεκαετία του 1970, ως αποτέλεσμα κυρίως των απανωτών πετρελαϊκών κρίσεων της εποχής, αλλά και της αλλοίωσης του περιβάλλοντος και της ποιότητας ζωής από τη χρήση κλασικών πηγών ενέργειας. Ιδιαίτερα ακριβές

στην αρχή, ξεκίνησαν σαν πειραματικές εφαρμογές. Σήμερα όμως, λαμβάνονται υπόψη στους επίσημους σχεδιασμούς των ανεπτυγμένων κρατών για την ενέργεια και, αν και αποτελούν πολύ μικρό ποσοστό της ενεργειακής παραγωγής, ετοιμάζονται βήματα για παραπέρα αξιοποίησή τους. Το κόστος δε των εφαρμογών ήπιων μορφών ενέργειας πέφτει συνέχεια τα τελευταία είκοσι χρόνια και ειδικά η αιολική και υδροηλεκτρική ενέργεια, αλλά και η βιομάζα, μπορούν πλέον να ανταγωνίζονται στα ίσα παραδοσιακές πηγές ενέργειας όπως ο άνθρακας και η πυρηνική ενέργεια.

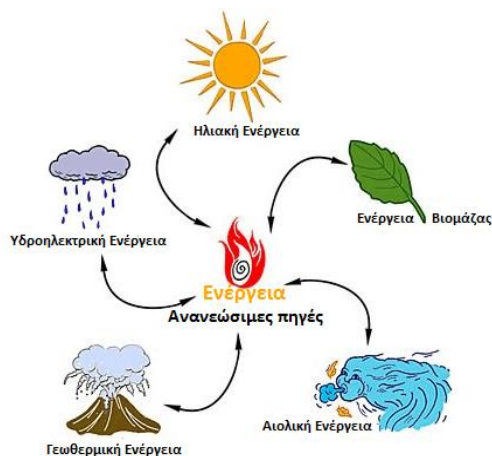
Οι συνθήκες παροχής ενέργειας μεταβάλλονται ραγδαία τις τελευταίες δυο δεκαετίες σε παγκόσμιο επίπεδο, ιδίως στις ανεπτυγμένες χώρες, καθώς ο τομέας ενέργειας διανύει μια περίοδο ριζικού μετασχηματισμού. Η ανάγκη περιορισμού των αρνητικών συνεπειών της κλιματικής αλλαγής έχει οδηγήσει στην υιοθέτηση πολιτικών που υποστηρίζουν την εξοικονόμηση ενέργειας και την ταχεία ανάπτυξη νέων τεχνολογιών παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ, οι οποίες έχουν πολύ διαφορετικά τεχνοοικονομικά χαρακτηριστικά σε σύγκριση με τις συμβατικές τεχνολογίες.

Με την Οδηγία 2009/28/EK θεσπίστηκε ένα κοινό πλαίσιο για την προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στα κράτη-μέλη της ΕΕ. Η Οδηγία αποτελούσε ένα από τα βασικά σκέλη υλοποίησης της ευρωπαϊκής πολιτικής για την ενέργεια και την κλιματική αλλαγή, που είναι ευρύτερα γνωστοί ως στόχοι 20-20-20. Στην Οδηγία τέθηκαν υποχρεωτικοί στόχοι για το συνολικό μερίδιο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στην τελική κατανάλωση ενέργειας και το μερίδιο της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στις μεταφορές. Είχαν καθοριστεί, επίσης, κανόνες για τη δυνατότητα στατιστικής μεταβίβασης –μεταξύ των κρατών-μελών– ποσοτήτων ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές, για κοινά έργα μεταξύ των κρατών-μελών και με τρίτες χώρες, τις εγγυήσεις προέλευσης, τις διοικητικές διαδικασίες, την πληροφόρηση και την κατάρτιση, καθώς και την πρόσβαση στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας για ενέργεια που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές. Με βάση την Οδηγία δημιουργήθηκε ένα διαφανές σύστημα πληροφόρησης και υποβολής εκθέσεων που επιτρέπει την παρακολούθηση της προόδου των κρατών-μελών και διευκολύνει τη συνεργατική δράση για την επίτευξη των στόχων. Η Οδηγία για τις ΑΠΕ έθεσε στόχους για όλα τα κράτη-μέλη, έτσι ώστε συνολικά, μέχρι το 2020 το 20% της ενέργειας που καταναλώνεται στην ΕΕ να προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές, με ειδικό στόχο 10% στον τομέα των μεταφορών χωρίς επιμέρους διαφοροποιήσεις στα κράτη-μέλη. Στην Ελλάδα, οι εθνικοί στόχοι για τις ΑΠΕ, σύμφωνα με τον Ν.3851/2010 με τον οποίο ενσωματώθηκαν τα προβλεπόμενα στην Οδηγία, είχαν καθοριστεί ως εξής:

- Συμμετοχή της ενέργειας που παράγεται από ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας σε ποσοστό 20%, δηλαδή σε υψηλότερο ποσοστό από την υποχρέωση που έθετε η Οδηγία για τη χώρα (18%).
- Συμμετοχή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ΑΠΕ στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε ποσοστό τουλάχιστον 40%.
- Συμμετοχή της ενέργειας που παράγεται από ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη σε ποσοστό τουλάχιστον 20%.
- Συμμετοχή της ενέργειας που παράγεται από ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας στις μεταφορές σε ποσοστό τουλάχιστον 10%.

## Είδη Ανανεώσιμων μορφών ενέργειας

ΑΠΕ σήμερα φιλοξενούνται σε αφθονία στο περιβάλλον του πλανήτη γη, οι σημαντικότερες από αυτές απεικονίζονται στην εικ. 1.3 και ορισμένες που ήδη χρησιμοποιούνται, ή πειραματίζονται συνεχώς για παραγωγή, αναλύονται στη συνέχεια:



Εικ.1.3. Σημαντικότερες Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ).

Αιολική ενέργεια. Πρόκειται για το δυναμικό των ανέμων. Έχει υπολογιστεί ότι το 1% της καθημερινά εισαγόμενης ποσότητας αιολικής ενέργειας είναι σχεδόν ισοδύναμο με την παρούσα ημερήσια κατανάλωση ενέργειας σε όλο τον πλανήτη. Αυτό σημαίνει ότι το παγκόσμιο αιολικό δυναμικό είναι πολύ μεγάλο, αλλά και ευρέως διανεμημένο. Φυσικά, απαιτούνται πιο λεπτομερείς αξιολογήσεις για να ποσοτικοποιηθεί το αιολικό δυναμικό σε συγκεκριμένες περιοχές. Η εξαγωγή ισχύος από τον αέρα άρχισε πολύ νωρίς στους αιώνες, με την παροχή κινητήριας δύναμης σε σκάφη, μύλους σιταριού και αλωνιστικές μηχανές. Μόνο προς την αρχή αυτού του αιώνα αναπτύχθηκαν ανεμογεννήτριες μεγάλης ταχύτητας για την παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος.

Ηλιακή ενέργεια. Χρησιμοποιείται περισσότερο για θερμικές εφαρμογές (ηλιακοί θερμοσίφωνες και φούρνοι) ενώ η χρήση της για την παραγωγή ηλεκτρισμού έχει αρχίσει να κερδίζει έδαφος, με την βοήθεια της πολιτικής προώθησης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας από το ελληνικό κράτος και την Ευρωπαϊκή Ένωση, κυρίως με το Υβριδικό αυτόνομο σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας, αποτελούμενο από φωτοβολταϊκή συστοιχία, ανεμογεννήτρια, εφεδρικό Η/Ζ και συσσωρευτές

Υδραυλική ενέργεια. Είναι τα γνωστά υδροηλεκτρικά έργα, (κατασκευή μεγάλων ταμιευτήρων) τα οποία έχουν και την μεγαλύτερη συμμετοχή στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ, τόσο σε ευρωπαϊκό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο. Σε παγκόσμιο επίπεδο, εκτιμάται ότι υπάρχει εγκατεστημένη ισχύς 47.000 MW, με το δυναμικό - τεχνικό και οικονομικό – να ανέρχεται σχεδόν σε 180.000 MW. Τα μικρά υδροηλεκτρικά (ΜΥΗ) είναι κυρίως της κατηγορίας "κατά τον ρουν του ποταμού", δηλαδή δεν περιλαμβάνουν κατασκευές για την συγκράτηση σημαντικών

ποσοτήτων νερού και, ως εκ τούτου, δεν απαιτείται η κατασκευή μεγάλων φραγμάτων και ταμιευτήρων, αν και αυτά βοηθούν όπου υπάρχουν και μπορούν με ευκολία να χρησιμοποιηθούν.

**Βιομάζα.** Είναι μια πηγή ενέργειας με πολλές δυνατότητες και εφαρμογές, που θα χρησιμοποιηθεί πλατιά στο μέλλον. Σύμφωνα με τον ορισμό της Οδηγίας 2009/28/EK, η βιομάζα είναι "το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα προϊόντων, αποβλήτων και υπολειμμάτων βιολογικής προέλευσης από τη γεωργία (συμπεριλαμβανομένων των φυτικών και ζωικών ουσιών), τη δασοπονία και τις συναφείς τους βιομηχανίες, συμπεριλαμβανομένων, της αλιείας και των υδατοκαλλιεργειών, καθώς και το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα βιομηχανικών και αστικών αποβλήτων" (εικ.1.4). Ακόμα μπορούν να χρησιμοποιηθούν αστικά απόβλητα και απορρίμματα. Αυτό σημαίνει ότι με κατάλληλη βιομηχανική επεξεργασία, η πρόσφατα συγκομισμένη βιομάζα μπορεί να μετατραπεί σε ισοδύναμο του φυσικού αερίου και των υγρών και στερεών ορυκτών καυσίμων. Με τη χρήση διαφόρων διαδικασιών μετατροπής, όπως η καύση, η αεριοποίηση και η πυρόλυση, η βιομάζα μπορεί να μετατραπεί σε "βιο-καύσιμα" για τις μεταφορές, "βιο-θερμότητα" ή "βιο-ηλεκτρισμό".



**Εικ. 1.4. Διάφορες μορφές Βιομάζας**

**Γεωθερμική ενέργεια.** Γεωθερμική ενέργεια ορίζεται ως η φυσική θερμότητα από το εσωτερικό της Γης που δεσμεύεται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, θέρμανσης χώρων ή βιομηχανικού ατμού. Βρίσκεται παντού κάτω από την επιφάνεια της Γης. Είναι εκμεταλλεύσιμη εκεί όπου η θερμότητα αυτή ανεβαίνει με φυσικό τρόπο στην επιφάνεια, π.χ. στους θερμοπίδακες ή στις πηγές ζεστού νερού. Για παράδειγμα η Ισλανδία καλύπτει το 80-90% των ενεργειακών της αναγκών, όσον αφορά τη θέρμανση, και το 20%, όσον αφορά τον ηλεκτρισμό, με γεωθερμική ενέργεια.

**Ενέργεια από παλίρροιας.** Εκμεταλλεύεται τη βαρύτητα του Ήλιου και της Σελήνης, που προκαλεί ανύψωση της στάθμης του νερού. Το νερό αποθηκεύεται καθώς ανεβαίνει και για να ξανακατέβει αναγκάζεται να περάσει μέσα από μια τουρμπίνα, παράγοντας ηλεκτρισμό. Έχει εφαρμοστεί στην Αγγλία, τη Γαλλία, τη Ρωσία και αλλού.

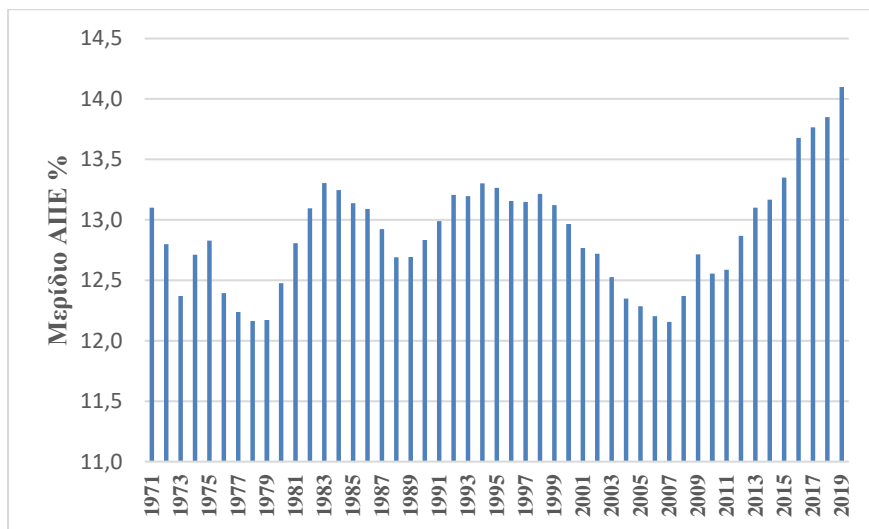
**Ενέργεια από κύματα.** Εκμεταλλεύεται την κινητική ενέργεια των κυμάτων της θάλασσας.

**Ενέργεια από τους ωκεανούς.** Εκμεταλλεύεται τη διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα στα στρώματα του ωκεανού, κάνοντας χρήση θερμικών κύκλων. Βρίσκεται στο στάδιο της έρευνας.

**Ωσμωτική ενέργεια.** Η ανάμειξη γλυκού και θαλασσινού νερού απελευθερώνει μεγάλες ποσότητες ενέργειας, όπως συμβαίνει όταν ένα ποτάμι εκβάλλει στον ωκεανό. Η ενέργεια αυτή ονομάζεται ωσμωτική ενέργεια (ή γαλάζια ενέργεια) και ανακτάται όταν το νερό του ποταμού και το θαλασσινό νερό είναι διαχωρισμένα από μια ημι-διαπερατή μεμβράνη και το γλυκό νερό περνάει μέσω αυτής.

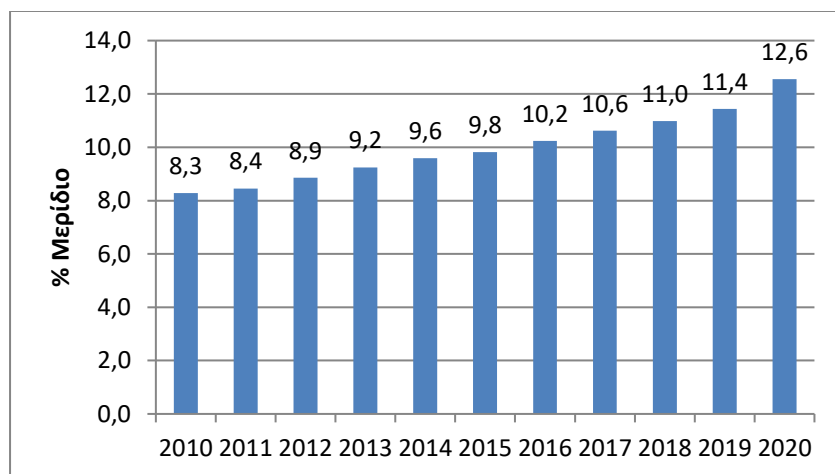
## Εξέλιξη των ΑΠΕ

Η εξέλιξη των ΑΠΕ στο κόσμο, σύμφωνα με την ΙΕΑ και σύμφωνα με το διάγραμμα του σχήματος 1.26, φαίνεται πως η πορεία της συμμετοχής των ΑΠΕ εμφανίζει διάφορες τάσεις, καθοδικές και ανοδικές και με ιδιαίτερα ανοδικές την τελευταία σχεδόν 10ετία. Ενώ έχει αυξηθεί σημαντικά η προσφερόμενη ενέργεια από τις ΑΠΕ παγκοσμίως, όμως παραμένουν, όπως προκύπτει από τα διάφορα στοιχεία, σε χαμηλά επίπεδα συμμετοχής στη παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας. Σύμφωνα με τα νέα δεδομένα της ΙΕΑ (2021) η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αυξήθηκε κατά 3% το 2020 καθώς η ζήτηση για όλα τα άλλα καύσιμα μειώθηκε. Ο κύριος παράγοντας ήταν η αύξηση σχεδόν 7% στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, όπως θα δούμε στη συνέχεια.

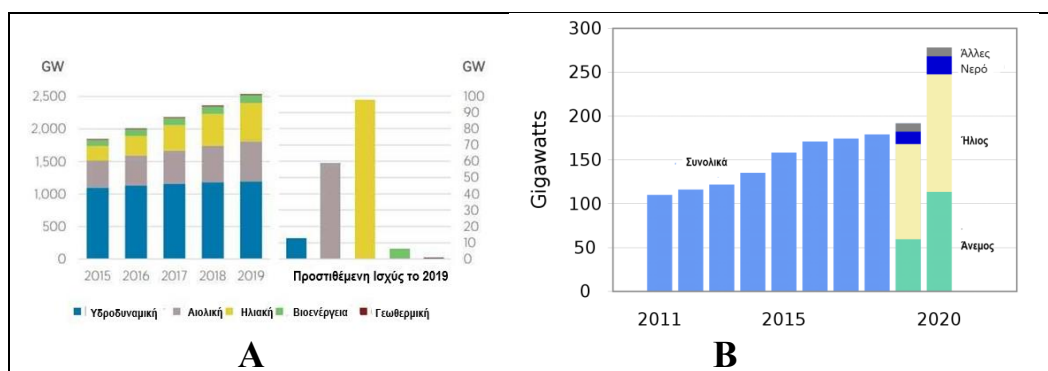


Σχήμα 1.26. Μερίδιο (%) των ΑΠΕ στη προσφερόμενη παγκόσμια ενέργεια για τη περίοδο 1971-2019 (από στοιχεία ΙΕΑ 2021 (Key World Energy Statistics 2020, 2021))

Επίσης η παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας από ΑΠΕ σύμφωνα με τα δεδομένα της έκθεσης της BP και παρατηρώντας το διάγραμμα του σχ. 1.27 φαίνεται σαφώς και εδώ η ανοδική τάση την τελευταία 10ετία και ιδιαίτερα η μεγάλη αύξηση (περίπου 10%) το έτος της πανδημίας 2020, έτος που όπως προαναφέρθηκε μειώθηκαν όλες οι υπόλοιπες πηγές ενέργειας. Χαρακτηριστική η προσφερόμενη ενέργεια παγκοσμίως σύμφωνα με την ΙΕΑ για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Στο διάγραμμα Α του σχ.1.28 φαίνεται η αυξανόμενη τάση στη προσφερόμενη ενέργεια από ΑΠΕ από το 2011- 2019 και στο διάγραμμα Β απεικονίζεται η προστιθέμενη ποσότητα σε (GW) κατά τη διάρκεια της 10ετίας 2011-2020. Χαρακτηριστική η μεγάλη προστιθέμενη ποσότητα για το έτος 2020 για τους λόγους που έχουμε ήδη προαναφέρει.

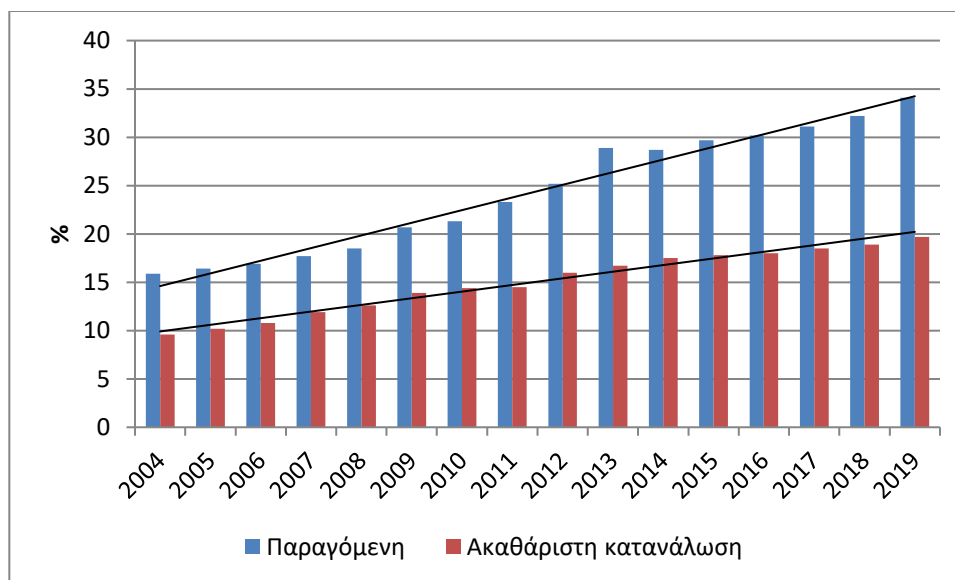


Σχήμα 1.27. Ποσοστιαία εξέλιξη της κατανάλωσης ΑΠΕ παγκοσμίως για το διάστημα 2010-2020 (Σχεδίαση διαγράμματος από στοιχεία της bp Statistical Review (2021))



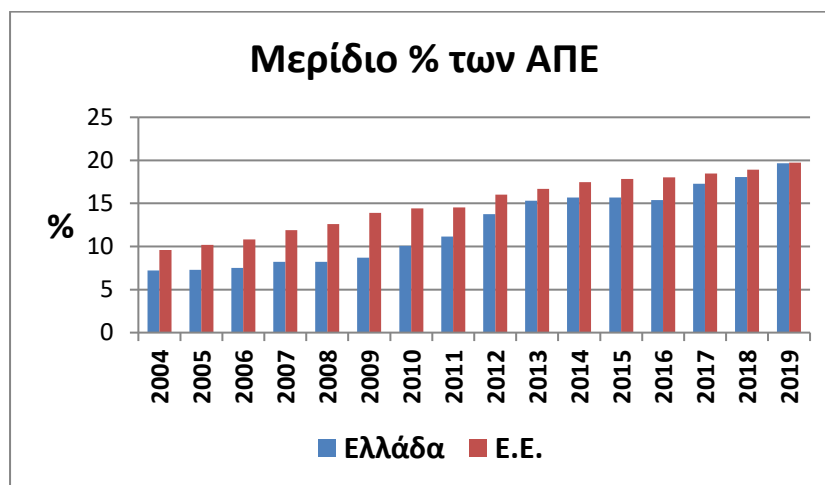
Σχήμα 1.28 Α. Η παγκόσμια εξέλιξη της συμμετοχής των ΑΠΕ στην παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια (GW) για τη περίοδο 2015-2019 από ΑΠΕ και Β. η προστιθέμενη ισχύς (GW) ετησίως παγκόσμια για τη περίοδο 2011-2019, ((πηγή Wikipedia- Renewable Energy in the European Union)

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας διαδραματίζουν σημαντικό και αυξανόμενο ρόλο στο ενεργειακό σύστημα της Ευρωπαϊκής Ένωσης και κατά συνέπεια και της Ελλάδας. Η παραγόμενη ενέργεια στην Ε.Ε. κατέχει ένα σημαντικό μερίδιο στην ολική παραγόμενη ενέργεια από διάφορες πρωτογενείς πηγές, ήδη το 2019 πλησίασε το 35%. Στο διάγραμμα του σχ. 1.29, φαίνεται η εξέλιξη, συνεχής αυξητική πορεία, της παραγόμενης ενέργειας από ΑΠΕ στην Ε.Ε καθώς και της ακαθάριστης τελικής κατανάλωσης ενέργειας από ΑΠΕ. Από το διάγραμμα προκύπτει ένας συντελεστής απόδοσης 30-35%.



**Σχήμα 1.29.** Μερίδιο παραγόμενης και ακαθάριστης τελικής κατανάλωσης ενέργειας από ΑΠΕ στην Ε.Ε. (στοιχεία για το διάγραμμα από Eurostat ([nrg\\_ind\\_ren](#)))

Το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας έχει αυξηθεί στην Ε.Ε. 27 από το 8,5% του 2004 (σχ. 1.30, εικ. 1.5). έφτασε το 18% το 2018 και το 19,7% το 2019. Αυτό αποτελεί υπερδιπλάσιο μερίδιο της όλης κατανάλωσης του 8,5% του 2004, και είναι απολύτως στους στόχους, με βάση τη στρατηγική «Ευρώπη 2020» για τη πρόοδο της οικονομίας της Ε.Ε. που περιλαμβάνει και στόχο για την επίτευξη του 20% της ακαθάριστης τελικής κατανάλωσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές έως το 2020 και τουλάχιστον 32% έως το 2030. Στην εικ. 1.5, στο χάρτη της Ευρώπης απεικονίζεται η ποσοστιαία συμμετοχή των ΑΠΕ στη τελική κατανάλωση ενέργειας σε επιλεγμένες Ευρωπαϊκές χώρες για το 2019. Ο μεγαλύτερος αριθμός χωρών χαρακτηρίζεται από το ποσοστό 10%-20%. Πιο αναλυτικά από το 2019, 12 κράτη μέλη της ΕΕ (μεταξύ των οποίων και η Ελλάδα) είχαν ήδη επιτύχει τους εθνικούς τους στόχους για το 2020, (η Ελλάδα ήδη από το 2018, δύο χρόνια νωρίτερα από το χρονοδιάγραμμα).

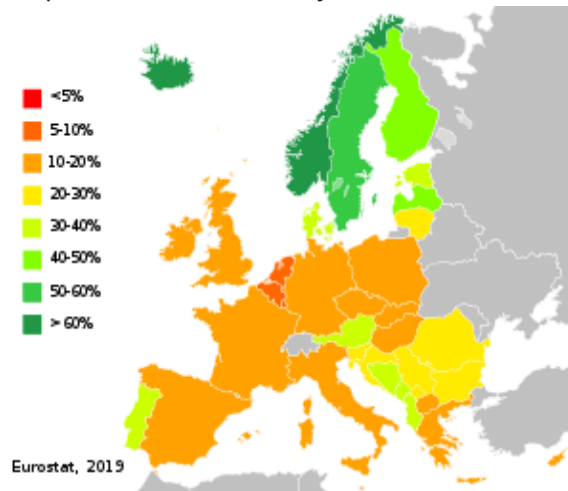


**Σχήμα 1.30.** Μερίδιο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, 2004-2019 στην Ε.Ε. και στην Ελλάδα (% της ακαθάριστης τελικής κατανάλωσης ενέργειας) (στοιχεία για το διάγραμμα από Eurostat ([nrg\\_ind\\_ren](#)))



Αυτά τα στοιχεία βασίζονται στη χρήση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές σε όλες τις μορφές της και στους τρεις βασικούς τομείς, τομέας θέρμανσης και ψύξης, τομέας ηλεκτρικής ενέργειας και τομέας μεταφορών.

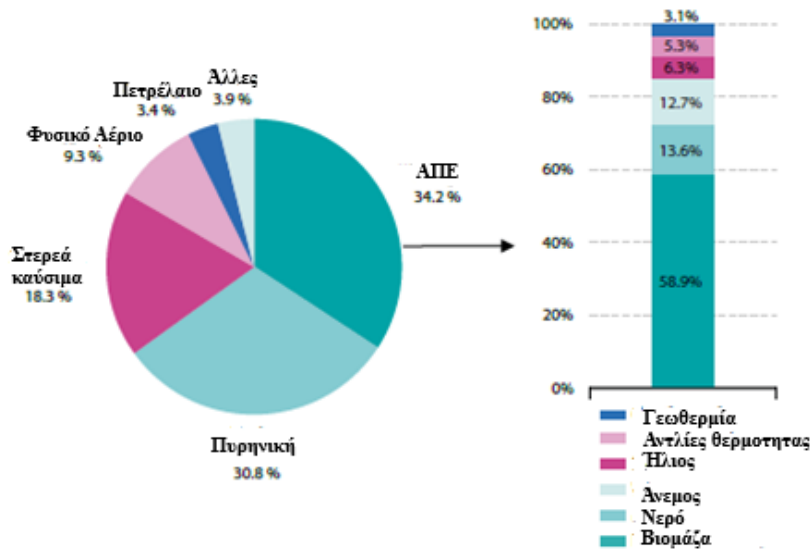
Η οδηγία 2009/28 ΕΚ για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που θεσπίστηκε το 2009 καθορίζει ένα πλαίσιο για τα μεμονωμένα κράτη μέλη να μοιράζονται τον συνολικό στόχο ανανεώσιμης ενέργειας σε επίπεδο ΕΕ για το 2020. Η προώθηση της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι σημαντική τόσο για τη μείωση της εξάρτησης της ενέργειας της ΕΕ όσο και για την επίτευξη των στόχων για την καταπολέμηση της υπερθέρμανσης του πλανήτη. Η οδηγία θέτει στόχους για κάθε μεμονωμένο κράτος μέλος λαμβάνοντας υπόψη τα διαφορετικά σημεία εκκίνησης και τις δυνατότητες. Οι στόχοι για τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έως το 2020 μεταξύ των διαφόρων κρατών μελών κυμαίνονται από 10% έως 49%



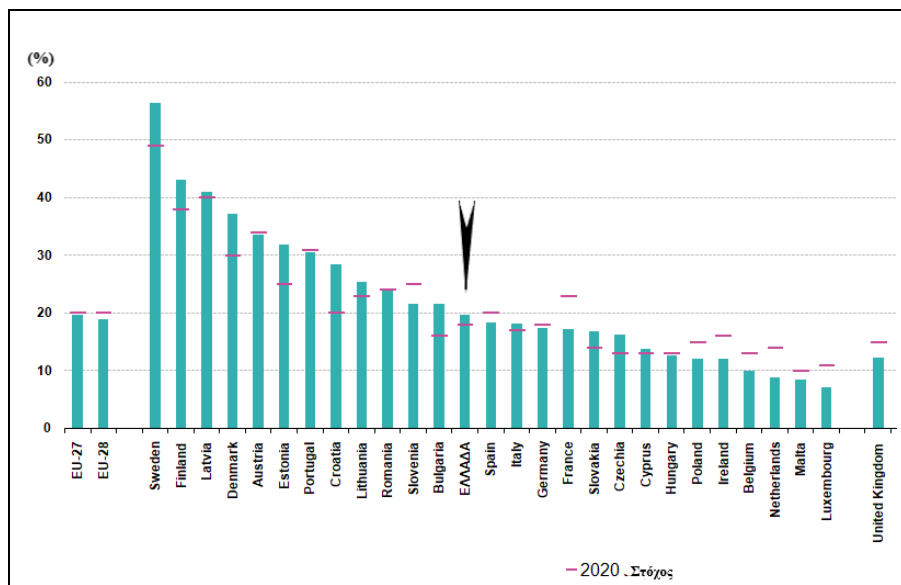
**Εικ. 1.5. Ποσοστιαία συμμετοχή των ΑΠΕ στη τελική κατανάλωση ενέργειας σε επιλεγμένες Ευρωπαϊκές χώρες το 2019 (πηγή Wikipedia- Renewable Energy in the European Union)**

Έτσι λοιπόν προκύπτει, ότι ενώ όπως φαίνεται στο σχήμα 1.26, η συμμετοχή στην παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας κυμαίνεται για την παραπάνω περίοδο 2004-2019 από 12,4% - 14,1%, Αντίθετα στην Ε.Ε. παρουσιάζεται μια σημαντική αύξηση των μέσων ετήσιων τιμών από το 9,6% στο 19,7%. Για την Ελλάδα οι αυξήσεις παρουσιάζονται ακόμα πιο σημαντικές (σχ.1.30) από το 7,2% (2004) και φτάνουν στο 19,7% (2018).

Αναλυτικά για το έτος 2018 η ποσοστιαία κατανομή της παραγόμενης πρωτογενούς ενέργειας στην Ε.Ε (Ευρώπη των 27) φαίνεται στο σχήμα 1.31, όπου συγχρόνως διακρίνεται και η επιμέρους κατανομή στις διάφορες μορφές ΑΠΕ, όπου κυρίαρχο ρόλο παίζει η βιομάζα με τα απόβλητα (το 58,9% ενώ το 2009 ήταν 68,6% των ΑΠΕ) στη συνέχεια ακολουθούν τα υδροηλεκτρικά με 13,6% το 2009 ήταν 18,5% των ΑΠΕ, στη συνέχεια η Αιολική ενέργεια με 12,7% το 2009 ήταν 7,5% και όλες οι υπόλοιπες κατέχουν μόνο το 14,7% έναντι του 5,4% το 2009. Σημαντική διαφορά η εμφάνιση των αντλιών θερμότητας με ένα σημαντικό ποσοστό 5,3% και η σημαντική άνοδος της ηλιακής ενέργειας στο 6,3% των ΑΠΕ. Η γεωθερμία παραμένει σε σχετικά χαμηλά επίπεδα.

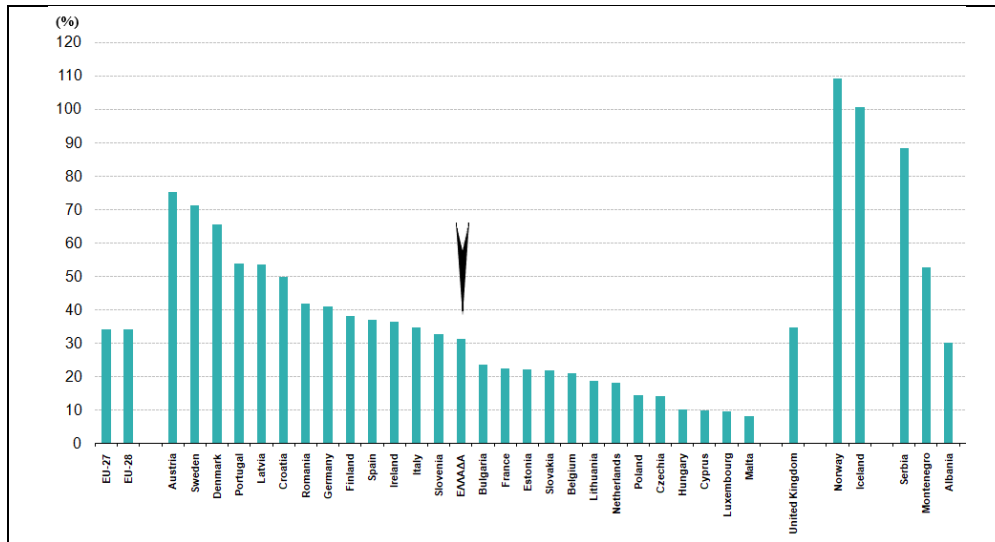


Σχήμα 1.31. Παραγόμενη πρωτογενή ενέργεια στην Ε.Ε. 2018 (Πηγή Eurostat([nrg\\_ind\\_ren](#)))

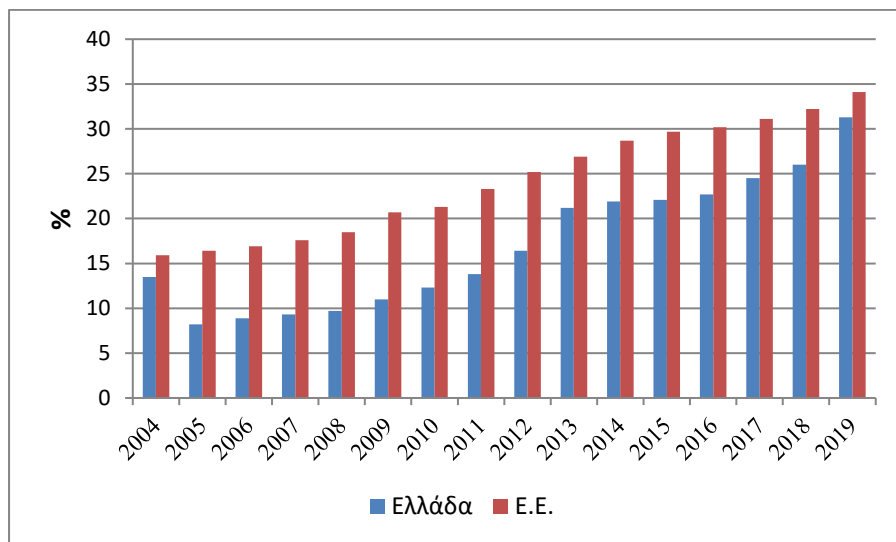


Σχήμα 1.32. Μερίδιο ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ως προς την ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας στις χώρες της ΕΕ-27 το 2019 και με το στόχο του 2020(σε %) (Πηγή Eurostat ([nrg\\_ind\\_ren](#)))

Στο διάγραμμα του σχήματος 1.32, φαίνονται τα μερίδια (%) των ΑΠΕ, ως προς την ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας για την Ε.Ε. 27 και για τις επιμέρους χώρες για το 2019 και με το στόχο του 2020, ο οποίος για την μέση τιμή της Ε.Ε.27, έχει καθιερωθεί το 20%. Στην Ελλάδα, οι εθνικοί στόχοι για τις ΑΠΕ, σύμφωνα με τον Ν.3851/2010 με τον οποίο ενσωματώθηκαν τα προβλεπόμενα στην Οδηγία έχουν τροποποιηθεί το όριο των 18% της Οδηγίας έχει γίνει για τη χώρα το 20%. Αρκετές χώρες (18) έχουν πετύχει το στόχο της οδηγίας και αρκετές τον έχουν ξεπεράσει το όριο κατά πολύ ένα χρόνο πριν.



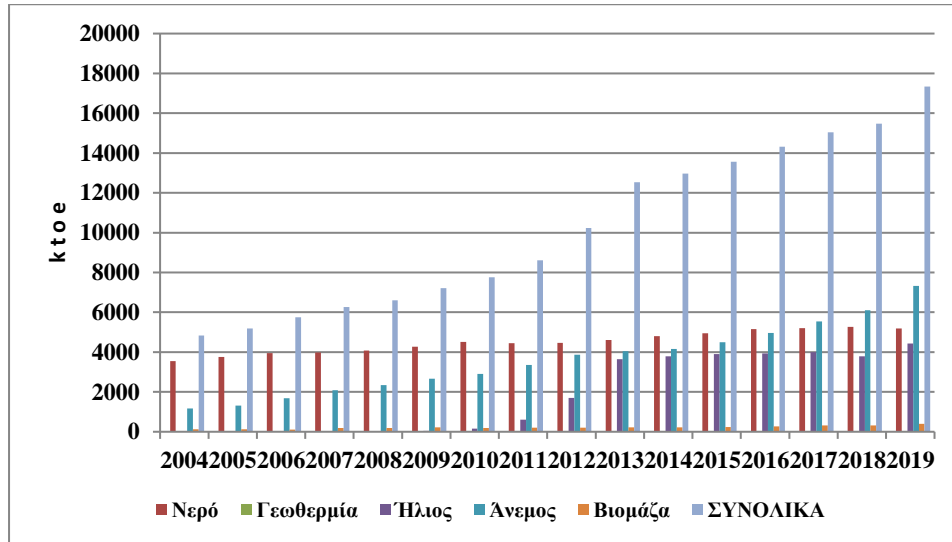
Σχήμα 1.33. Ποσοστό κάλυψης της ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ στις χώρες της Ε.Ε.27,28 και εκτός αυτής για το έτος 2019. (σε %) (Πηγή Eurostat ([nrg ind ren](#)))



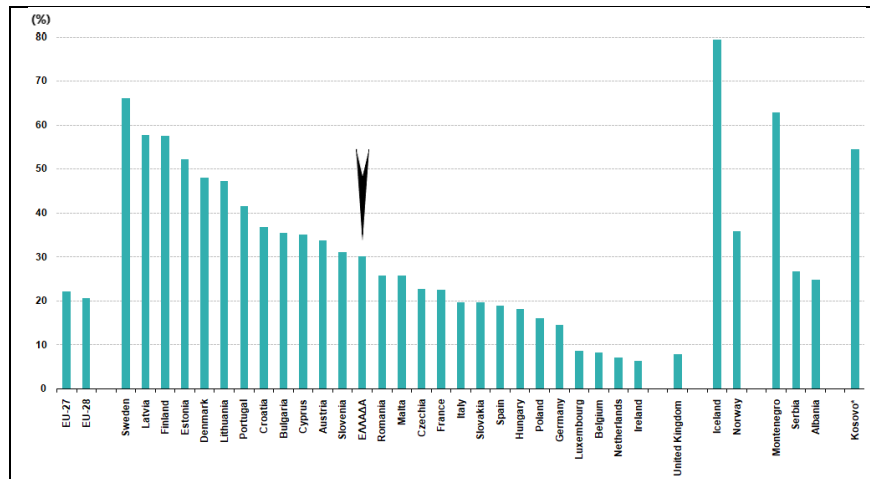
Σχήμα 1.34. Μερίδιο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, 2004-2019 (% της ακαθάριστης τελικής κατανάλωσης ενέργειας). (τα στοιχεία για το διάγραμμα προήλθαν από Eurostat ([nrg ind ren](#))).

Σήμερα, αρκετές χώρες της Ε.Ε. καλύπτουν τις ανάγκες σε ηλεκτρική ενέργεια σε ποσοστό μεγαλύτερο του 50% από τις ΑΠΕ (σχ.1.33). Ορισμένες Ευρωπαϊκές χώρες καλύπτουν 100% τις ηλεκτρικές ανάγκες από ΑΠΕ (Ισλανδία, Νορβηγία, Σερβία). Η Ελλάδα με βάση το στόχο του Ν.3851/2010 με τον οποίο ενσωματώθηκαν τα προβλεπόμενα στην Οδηγία έχει ορίσει στόχο του 2020 το 40% το 2019 βρίσκεται στο (33,3)% (σχ. 1.34). Γενικά ακολουθεί την αυξητική τάση της Ε.Ε. με ιδιαίτερες προοπτικές τα τελευταία χρόνια. Για την επίτευξη των στόχων η συμβολή της

υδροηλεκτρικής ενέργειας είναι η σημαντικότερη (σχ. 1.35) και ακολουθεί ο άνεμος και τα τελευταία χρόνια η συμβολή της ηλιακής ενέργειας είναι σημαντική.



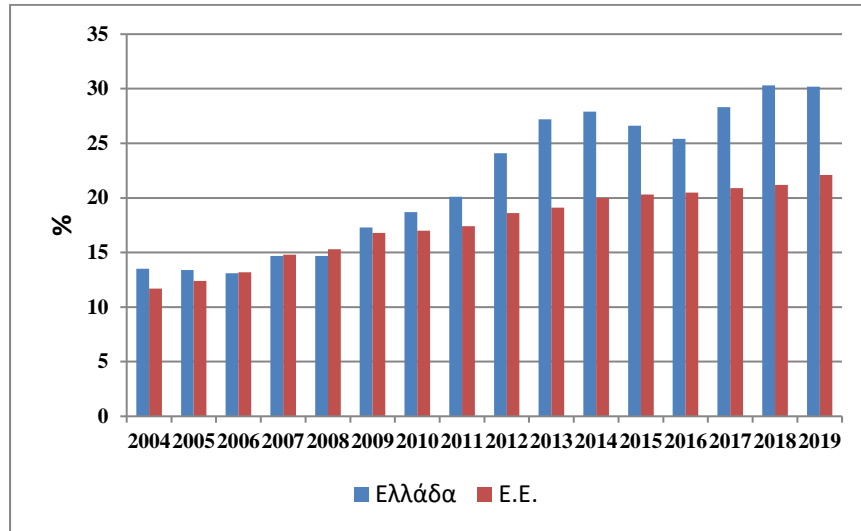
Σχήμα 1.35. Εξέλιξη της πραγματικής από ΑΠΕ συμμετοχής στην ακαθάριστη ηλεκτρική ενέργεια στην Ελλάδα και η κατανομή της στις διάφορες πηγές (τεχνολογίες) ΑΠΕ για την επίτευξη των δεσμευτικών στόχων του 2020. (τα στοιχεία για το διάγραμμα προήλθαν από Eurostat ([nrg\\_ind\\_ren](#))).



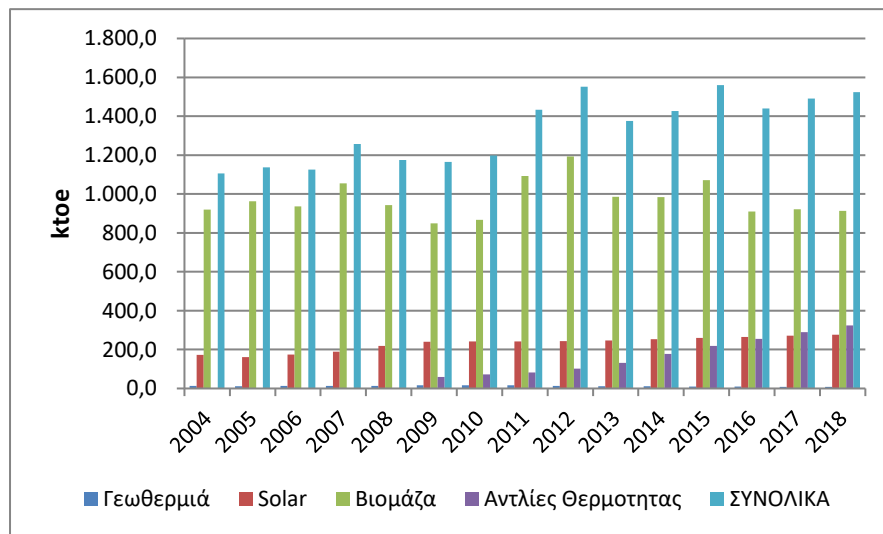
Σχήμα 1.36. Χάρτης χωρών Ε.Ε με την απεικόνιση του ποσοστού κάλυψης για θέρμανση και ψύξη από ΑΠΕ για το έτος 2019. (σε %) (Πηγή Eurostat ([nrg\\_ind\\_ren](#))).

Επίσης, σήμερα οι ΑΠΕ χρησιμοποιούνται άμεσα κυρίως για θέρμανση. Φαίνεται λοιπόν (σχ.1.36) ότι ένας αριθμός χωρών της Ευρώπης καλύπτει τη θέρμανση και ψύξη σε ποσοστό πάνω από 50% από ΑΠΕ και ιδιαίτερα ορισμένες χώρες εκτός Ε.Ε. (Ισλανδία προσεγγίζει το 80%, Μαυροβούνιο >60%, Κόσοβο >50%). Χαρακτηριστική η εξέλιξη της συμμετοχής (%) στη θέρμανση και ψύξη στην ακαθάριστη κατανάλωση ενέργειας από ΑΠΕ (σχ.1.37) στην Ε.Ε. 27 και στην Ελλάδα για το διάστημα 2004-2019. Η Ελλάδα με βάση το στόχο του Ν.3851/2010 έχει ορίσει για το 2020 το 20%. Η Ελλάδα φαίνεται πως καλύπτει ένα σημαντικό ποσοστό για θέρμανση και

ψύξη από ΑΠΕ (30%) μεγαλύτερο από τη μέση τιμή της Ε.Ε. 27 (22,1%). Η επίτευξη αυτού του στόχου η βιομάζα παίζει ένα κυρίαρχο ρόλο (σχ.1.38). Ακολουθεί η ηλιακή ενέργεια και τα τελευταία χρόνια οι αντλίες θερμότητας δείχνουν μια ανοδική πορεία και έχουν ξεπεράσει την ηλιακή ενέργεια.



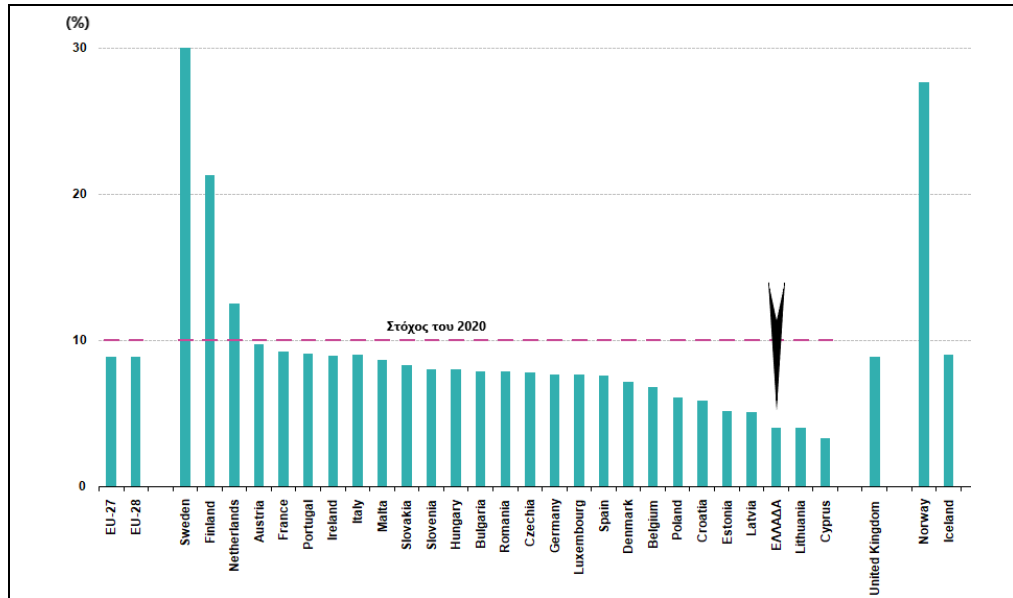
**Σχήμα 1.37..** Μεριδίο ενέργειας από την ακαθάριστη κατανάλωση από ΑΠΕ για θέρμανση και ψύξη στην Ελλάδα και στην Ε.Ε. για τη περίοδο 2004-2019 (% της ακαθάριστης τελικής κατανάλωσης ενέργειας), (τα στοιχεία για το διάγραμμα προήλθαν από Eurostat ([nrg\\_ind\\_ren](#)))



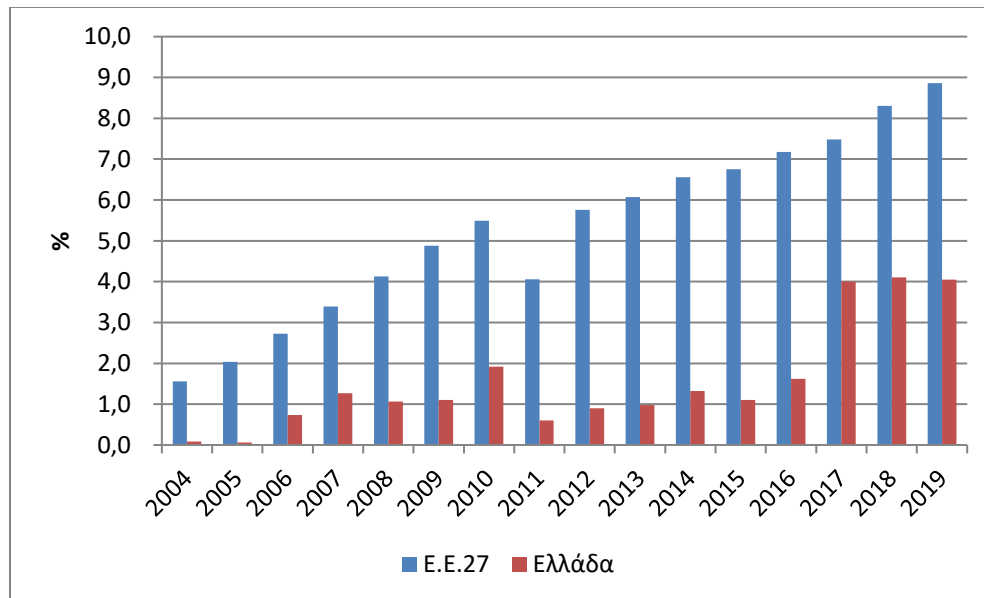
**Σχήμα 1.38.** Εξέλιξη της συνολικής πραγματικής συνεισφορά από ΑΠΕ για θέρμανση και ψύξη και η κατανομή της στις διάφορες πηγές (τεχνολογίες) ΑΠΕ στην Ελλάδα για την επίτευξη των δεσμευτικών στόχων του 2020 (ktoe), (τα στοιχεία για το διάγραμμα προήλθαν από Eurostat ([nrg\\_ind\\_ren](#)))

Επίσης, οι ΑΠΕ χρησιμοποιούνται και στο τομέα Μεταφορές. Ο στόχος της Ε.Ε 27 για το τομέα αυτό έχει προσδιοριστεί στο 10%. Παρατηρώντας το σχήμα 1.39, φαίνεται πως μόνο τρεις χώρες της Ε.Ε. και μια εκτός έχουν ξεπεράσει το όριο του 10%. Η Ελλάδα είναι πολύ χαμηλά στην εκπλήρωση αυτού του στόχου (4,0%). Παρακολουθώντας την εξέλιξη του μεριδίου συμμετοχής

στις μεταφορές της ακαθάριστης κατανάλωσης ΑΠΕ τόσο στην Ελλάδα όσο και στην Ευρώπη (σχ.1.40) προκύπτει μια σταθερή ανοδική πορεία στην Ε.Ε.27 και μια σημαντική υστέρηση στην Ελλάδα με εξαίρεση τα τρία τελευταία χρόνια που δείχνουν μια σημαντική ανοδική πορεία, που όμως απέχει από το στόχο του (10%)

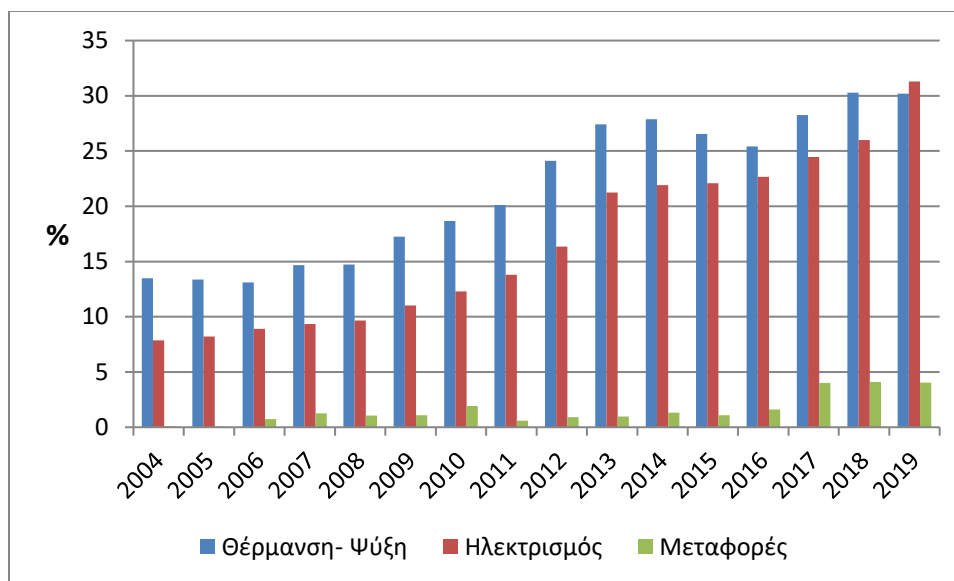


Σχήμα 1.39. Χάρτης χωρών Ε.Ε με την απεικόνιση του ποσοστού κάλυψης για μεταφορές από ΑΠΕ. (Πηγή Eurostat ([nrg ind ren](http://nrg.ind.ren)))



Σχήμα 1.40. Μεριδίο ενέργειας από την ακαθάριστη κατανάλωση από ΑΠΕ για τις μεταφορές στην Ελλάδα και στην Ε.Ε. για τη περίοδο 2004-2019 (% της ακαθάριστης τελικής κατανάλωσης ενέργειας), (τα στοιχεία για το διάγραμμα προήλθαν από Eurostat ([nrg ind ren](http://nrg ind ren)))

Συνολικά για την Ελλάδα η ποσοστιαία κατανομή της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας από ΑΠΕ σε διάφορους τομείς (θέρμανση - ψύξη, ηλεκτρισμός, μεταφορές) φαίνεται στο διάγραμμα του σχήματος 1.41, όπου παρατηρείται ότι για θέρμανση και ψύξη η συμμετοχή των ΑΠΕ στη συνολική κατανάλωση παρουσιάζει μια σημαντική αυξητική πορεία και κατέχει ένα σημαντικό ποσοστό. Ο Ηλεκτρισμός ο οποίος μέχρι το 2004 παρουσίαζε χαμηλές επιδόσεις, όμως μετά το 2004 βαθμιαία αυξάνει τη συμμετοχή του στη συνολική κατανάλωση ενέργεια για ηλεκτρισμό και ιδιαίτερα το 2019 υπερκάλυψε το ποσοστό για θέρμανση και ψύξη. Οι μεταφορές ακόμα κατέχουν ένα πολύ χαμηλό μερίδιο.



Σχήμα 1.41. Μερίδιο (%) σε διάφορους τομείς κατανάλωσης ενέργειας από τη συνολική κατανάλωση ενέργεια από ΑΠΕ. (τα στοιχεία για το διάγραμμα προήλθαν από Eurostat ([nrg\\_ind\\_ren](#)))

## Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των ΑΠΕ

### Πλεονεκτήματα

- Είναι πολύ φιλικές προς το περιβάλλον, έχοντας ουσιαστικά μηδενικά κατάλοιπα και απόβλητα.
- Δεν πρόκειται να εξαντληθούν ποτέ, σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα.
- Μπορούν να βοηθήσουν την ενεργειακή αυτάρκεια μικρών και αναπτυσσόμενων χωρών, καθώς και να αποτελέσουν την εναλλακτική πρόταση σε σχέση με την οικονομία του πετρελαίου.
- Είναι ευέλικτες εφαρμογές, που μπορούν να παράγουν ενέργεια ανάλογη με τις ανάγκες του επί τόπου πληθυσμού, καταργώντας την ανάγκη για τεράστιες μονάδες παραγωγής

ενέργειας (καταρχήν για την ύπαιθρο) αλλά και για μεταφορά της ενέργειας σε μεγάλες αποστάσεις.

- Ο εξοπλισμός είναι απλός στην κατασκευή και τη συντήρηση και έχει πολύ μεγάλο χρόνο ζωής.
- Επιδοτούνται από τις περισσότερες κυβερνήσεις.

### Μειονεκτήματα

- Έχουν αρκετά μικρό συντελεστή απόδοσης, της τάξης του 30% ή και χαμηλότερο. Συνεπώς απαιτείται αρκετά μεγάλο αρχικό κόστος εφαρμογής σε μεγάλη επιφάνεια της γης. Γι' αυτό το λόγο μέχρι τώρα χρησιμοποιούνται ως συμπληρωματικές πηγές ενέργειας.
- Για τον παραπάνω λόγο προς το παρόν δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κάλυψη των αναγκών μεγάλων αστικών κέντρων.
- Η παροχή και απόδοση της αιολικής, υδροηλεκτρικής και ηλιακής ενέργειας εξαρτάται από την εποχή του έτους, αλλά και από το γεωγραφικό πλάτος και το κλίμα της περιοχής στην οποία εγκαθίστανται.
- Για τις αιολικές μηχανές υπάρχει η άποψη ότι δεν είναι κομψές από αισθητική άποψη κι ότι προκαλούν θόρυβο και θανάτους πουλιών. Με την εξέλιξη όμως της τεχνολογίας τους και την προσεκτικότερη επιλογή χώρων εγκατάστασης (π.χ. σε πλατφόρμες στην ανοιχτή θάλασσα) αυτά τα προβλήματα έχουν σχεδόν λυθεί.
- Για τα υδροηλεκτρικά έργα λέγεται ότι προκαλούν έκλυση μεθανίου από την αποσύνθεση των φυτών που βρίσκονται κάτω από το νερό κι έτσι συντελούν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

### **Σημαντικά ευρήματα - προβλέψεις**

Η IEA στην ετήσια παγκόσμια ενεργειακή επισκόπηση του 2021 αναφέρει τα ακόλουθα.

Η πανδημία συνεχίζει να επηρεάζει την παγκόσμια ζήτηση ενέργειας. Η παγκόσμια οικονομική παραγωγή αναμένεται να ανακάμψει κατά 6% το 2021. Η παγκόσμια ζήτηση ενέργειας αναμένεται να αυξηθεί κατά 4,6% το 2021, περισσότερο από την αντιστάθμιση της συρρίκνωσης του 4% του 2020 και με ώθηση της ζήτησης 0,5% πάνω από τα επίπεδα του 2019. Σχεδόν Το 70% της προβλεπόμενης αύξησης της παγκόσμιας ζήτησης ενέργειας είναι στις αναδύομενες αγορές και αναπτυσσόμενες οικονομίες, όπου η ζήτηση αναμένεται να αυξηθεί στο 3,4% πάνω από το 2019 επίπεδα. Η κατανάλωση ενέργειας στις προηγμένες οικονομίες είναι βέβαια 3% χαμηλότερη από την προ πανδημίας επίπεδα

Οι παγκόσμιες εκπομπές CO<sub>2</sub> που σχετίζονται με την ενέργεια να οδεύουν προς τη δεύτερη μεγαλύτερη ετήσια αύξηση όσο ποτέ. Η ζήτηση για όλα τα ορυκτά καύσιμα αναμένεται να αυξηθεί σημαντικά το 2021. Μόνο η ζήτηση άνθρακα προβλέπεται να αυξηθεί κατά 60% περισσότερο από όλες τις συνδυασμένες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, υποστηρίζοντας αύξηση των εκπομπών σχεδόν 5%, ή 1.500 Mt CO<sub>2</sub>. Αυτή η αναμενόμενη αύξηση θα αντιστρέψει το 80% της πτώσης του 2020, με τις εκπομπές ρύπων καταλήγοντας μόλις 1,2% (ή 400 Mt CO<sub>2</sub>) κάτω από τα επίπεδα εκπομπών του 2019. Η υποτονική ζήτηση για πετρέλαιο μεταφοράς μετριάζει την ανάκαμψη των εκπομπών. Παρά την αναμενόμενη ετήσια αύξηση 6,2% το 2021, η παγκόσμια ζήτηση πετρελαίου



έχει οριστεί και παραμένει περίπου 3% κάτω από τα επίπεδα του 2019. Η χρήση πετρελαίου για οδικές μεταφορές δεν προβλέπεται να φθάσει στα επίπεδα πριν από την πανδημία μέχρι το τέλος του 2021. Προβλέπεται ότι η χρήση πετρελαίου για την αεροπορία θα παραμείνει 20% κάτω από τα επίπεδα του 2019 ακόμη και τον Δεκέμβριο του 2021, με ετήσια ζήτηση χαμηλότερη από 30% σε σχέση με το 2019. Μια πλήρης επιστροφή στα επίπεδα ζήτησης πετρελαίου πριν από την κρίση θα ήταν η αύξηση περαιτέρω στις εκπομπές CO<sub>2</sub> κατά 1,5%, τοποθετώντας τις πολύ πάνω από το επίπεδο του 2019.

Η παγκόσμια ζήτηση άνθρακα το 2021 αναμένεται παγκοσμίως να ξεπεράσει τα επίπεδα του 2019 και να πλησιάσει τα επίπεδα της κορυφή του 2014.

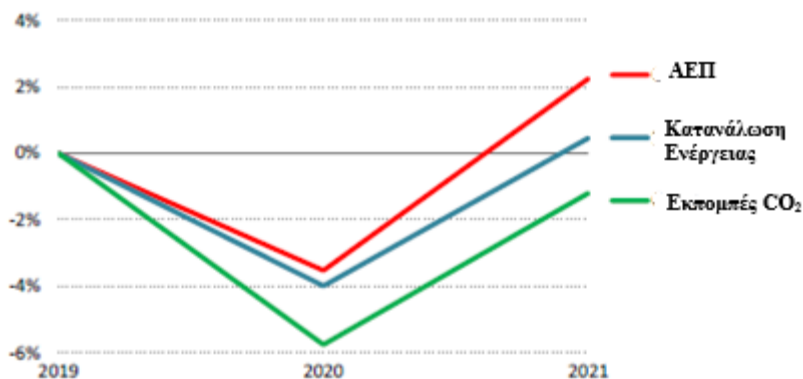
Η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας οδεύει προς την ταχύτερη ανάπτυξη της σε περισσότερα από 10 χρόνια. Η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας αναμένεται να αυξηθεί κατά 4,5% το 2021, ή πάνω από 1 000 TWh. Αυτό είναι σχεδόν πέντε φορές μεγαλύτερη από τη μείωση το 2020, ενισχύοντας το μερίδιο της ηλεκτρικής ενέργειας τελική ζήτηση ενέργειας άνω του 20%.

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) παραμένουν η επιτυχία της εποχής της πανδημίας. Οι απαιτήσεις για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αυξήθηκαν κατά 3% το 2020 και πρόκειται να αυξηθούν σε όλους τους βασικούς τομείς -ηλεκτρική ενέργεια, θέρμανση, βιομηχανία και μεταφορές - το 2021. Ο τομέας της ηλεκτρικής ενέργειας πρωτοστατεί, με τη ζήτηση για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας να επεκτείνεται κατά περισσότερο από 8%, για να φτάσει 8 300 TWh, η μεγαλύτερη αύξηση σε ετήσια βάση που έχει καταγραφεί σε απόλυτους όρους.

Οι ΑΠΕ προβλέπεται να παρέχουν περισσότερο από το ήμισυ της αύξησης σε παγκόσμιο επίπεδο προμήθεια ηλεκτρικής ενέργειας το 2021. Η ηλιακή φωτοβολταϊκή και η αιολική ενέργεια αναμένεται να συμβάλουν στα δύο τρίτα της ανάπτυξης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αναμένεται να αυξηθεί σχεδόν στο 30% το 2021, το υψηλότερο μερίδιό τους από την αρχή της Βιομηχανικής Επανάστασης και άνω του 27% το 2019.

Μόνο η Κίνα είναι πιθανό να ευθύνεται για το ήμισυ σχεδόν της παγκόσμιας αύξησης παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Ακολουθούν οι Ηνωμένες Πολιτείες, η Ευρωπαϊκή Ένωση και Ινδία.

**Συμπερασματικά** λοιπόν, με βάση τις προβλέψεις της IEA φαίνεται πως υπάρχει ένας άμεσος συσχετισμός μεταξύ του ΑΕΠ, της κατανάλωσης ενέργειας και των εκπομπών CO<sub>2</sub> που σχετίζονται με την ενέργεια (σχ.1.42). Έτσι τα ενθαρρυντικά αποτελέσματα για σημαντικές μειώσεις (κατανάλωσης ενέργειας, εκπομπών CO<sub>2</sub>) αποτέλεσαν ένα περιστασιακό γεγονός, που όμως επιβεβαίωσε ότι για να μειώσουμε τη ρύπανση της ατμόσφαιρας θα πρέπει να περιορίσουμε την κατανάλωση ενέργειας από τις μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ορυκτά καύσιμα).



Σχήμα 1.42. Εξέλιξη του παγκόσμιου ΑΕΠ, της συνολικής ζήτησης πρωτογενούς ενέργειας και εκπομπές CO<sub>2</sub> που σχετίζονται με την ενέργεια, αναφορικά με το 2019, (πηγή IEA the annual Global Energy Review 2021).

## Οι ΑΠΕ στη Ελλάδα - Επισημάνσεις

Ο ρόλος της ενέργειας σε μία χώρα αποτελεί κριτήριο οικονομικής ανεξαρτησίας και ανάπτυξης. Από τις αρχές της δεκαετίας του 1990 μέχρι και σήμερα, το ενεργειακό σύστημα της Ελλάδας διαμορφώνεται σύμφωνα με τις εκάστοτε απαιτήσεις της εθνικής οικονομίας, την εξέλιξη των επιμέρους οικονομικών δραστηριοτήτων και την ανάπτυξη συγκεκριμένων κλάδων, τις καταναλωτικές συνήθειες που υιοθετήθηκαν, αλλά και τις ευρωπαϊκές πολιτικές για την ενέργεια, το περιβάλλον και την ανάπτυξη. Στην δύσκολη περίοδο που περνάει η Ελλάδα, η εξασφάλιση της ενέργειας μέσω της αξιοποίησης των φυσικών εθνικών πόρων αποτελεί κύρια οικονομική συνιστώσα στην οποία πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη βαρύτητα.

Οι ενεργειακές ανάγκες στην Ελλάδα καλύπτονται κατά το 1/3 από εγχώριες πηγές ενέργειας, κυρίως λιγνίτη αλλά και ΑΠΕ. Τα υπόλοιπα 2/3 των αναγκών καλύπτονται από το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, που είναι σχεδόν 100% εισαγόμενα.

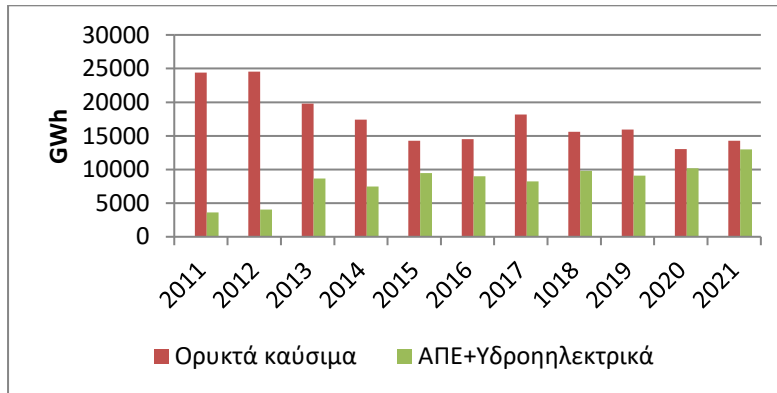
Το πετρέλαιο παραμένει η σημαντικότερη πηγή ενέργειας στην Ελλάδα, αν και το μερίδιό της στο σύνολο της πρωτογενούς ενέργειας έχει σταδιακά μειωθεί από 77% το 1973 σε 46% το 2018. Με τα χρόνια, το πετρέλαιο έχει υποκατασταθεί για πρώτη φορά από το λιγνίτη και, πιο πρόσφατα, από το φυσικό αέριο. Ο λιγνίτης είναι η δεύτερη μεγαλύτερη πηγή ενέργειας, αντιπροσωπεύοντας το 20% της Πρωτογενούς Παρεχόμενης Ενέργειας (ΠΠΕ) το 2018. Αποτελεί την πιο σημαντική πηγή για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα. Το φυσικό αέριο αντιπροσωπεύει το 18% της (ΠΠΕ) το 2018. Συνολικά, τα ορυκτά καύσιμα αντιπροσώπευαν το 84% της (ΠΠΕ) το 2018, ένα από τα υψηλότερα ποσοστά μεταξύ των χωρών μελών του ΟΟΣΑ.

Η αύξηση της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έχει πολλαπλά οφέλη για την κοινωνία. Η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και άλλων ρύπων του αέρα οδηγεί σε λιγότερο επικίνδυνες κλιματικές αλλαγές και λιγότερους και λιγότερο σημαντικούς επιπτώσεις στο περιβάλλον και την υγεία, καθώς και μείωση της εξάρτησης από τις εισαγωγές ενέργειας, ιδίως ορυκτών καυσίμων.

Τέλος, αν και η αποδοχή των ΑΠΕ στις περισσότερες περιοχές της χώρας είναι δεδομένη, σε ορισμένα τμήματα της ελληνικής επικράτειας προκαλούνται αντιδράσεις του κοινού στην εγκατάσταση σταθμών ΑΠΕ (αιολικών, μικρών υδροηλεκτρικών και γεωθερμικών) λόγω της επιβάρυνσης του περιβάλλοντος που η κατασκευή των έργων συνεπάγεται (Εκθεση ΡΑΕ 2003).

**Επισημάνση.** Παρά τη στροφή στις ΑΠΕ και την απόφαση της Ελληνικής Πολιτείας να υλοποιήσει την ταχύτερη **απολιγνιτοποίηση** στην ΕΕ, ο λιγνίτης και το φυσικό αέριο στήριζαν το σύστημα ενέργειας κατά τη διάρκεια των καλοκαιρινών μηνών (παρατεταμένος καύσωνας, πυρκαγιές) όταν παρατηρήθηκε τεράστια αύξηση της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας.

Συγκεντρωτικά, για τους πρώτους 7 μήνες του 2021, ΑΠΕ και μεγάλα υδροηλεκτρικά είχαν μερίδιο στην ηλεκτρική ενέργεια 43%, έναντι 37% του ορυκτού αερίου, 11% του λιγνίτη και 10% των καθαρών εισαγωγών. (σχ.143).



**Σχήμα 1.43.** Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στο επτάμηνο (Ιανουάριος- Ιούλιος) για τη χρονική περίοδο 2011-2021, με διάκριση σε ορυκτά καύσιμα (Λιγνίτης, Πετρέλαιο, Φυσικό Αέριο) και σε ΑΠΕ. (πηγή στοιχείων για το διάγραμμα ΑΔΜΗΕ 2021 και The Green Tank)

Ειδικότερα, σύμφωνα με το τελευταίο δελτίο του ΑΔΜΗΕ η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας τον Αύγουστο σημείωσε **ρεκόρ με αύξηση 14,2%** συγκριτικά με τον Αύγουστο του 2020. Μάλιστα τον Ιούλιο η ζήτηση ήταν ακόμα πιο αυξημένη κατά 14,4%. Για τους πρώτους οχτώ μήνες της χρονιάς η αύξηση της ζήτησης συγκριτικά με την ίδια περίοδο την περασμένη χρονιά ήταν 4,5%.

Τόσο η άπνοια που παρατηρήθηκε εντός των καλοκαιρινών μηνών, όσο και η αυξημένη ζήτηση λόγω του παρατεταμένου καύσωνα και των πυρκαγιών, **οδήγησαν στην κάλυψη της παραγωγής κατά 12% από λιγνίτη** –παράχθηκαν δηλαδή 622 GWh, **διπλάσια ποσότητα από τον περασμένο Αύγουστο** όταν η παραγωγή ήταν 331 GWh. Αντίστοιχα, και η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από φυσικό αέριο έφτασε σε υψηλά, καθώς έφθασε στις 2.254 GWh, όταν πέρυσι έφθανε στις 1.860. Το **φυσικό αέριο** κάλυψε τη ζήτηση κατά 42%. Σε επίπεδο 8μήνου το φυσικό αέριο έφθασε στο 37%. Στον αντίποδα, οι **ΑΠΕ** κάλυψαν μόλις το 13% της ζήτησης τον Αύγουστο, ενώ στο οχτάμηνο οι ΑΠΕ κάλυψαν το 18%.

Τα προβλήματα που εμποδίζουν τη ραγδαία ανάπτυξη των έργων ΑΠΕ στην Ελλάδα είναι:

α) η χρονοβόρα αδειοδοτική διαδικασία, η αδυναμία εκτέλεσης έργων ενίσχυσης του δικτύου και συνδέσεων, η μη αποδοχή έργων ΑΠΕ σε ορισμένες περιοχές της χώρας. Η αδειοδοτική διαδικασία κρίνεται χρονοβόρα, εκτός του ότι έχει εξελιχθεί σε μια επίπονη και σε ορισμένες περιπτώσεις εξαντλητική διαδικασία. Σε αυτό συμβάλλει ο μεγάλος αριθμός φορέων οι οποίοι εμπλέκονται στην έγκρισή τους, καθώς και το γεγονός ότι πολλοί από αυτούς αδυνατούν να ανταπεξέλθουν στον αριθμό των αιτημάτων προς αξιολόγηση. Η εκτέλεση των προγραμματισμένων έργων ενίσχυσης του Συστήματος αλλά και των μικρότερων έργων σύνδεσης των σταθμών στο δίκτυο αποτελεί βασικό ανασταλτικό παράγοντα στην ανάπτυξη των ΑΠΕ. Διαπιστώνεται αδυναμία υλοποίησης των έργων εκ μέρους της ΔΕΗ ΑΕ, κυρίως λόγω του μεγάλου

αριθμού και μεγέθους των έργων αυτών συγκριτικά με το αντίστοιχο έργο των προηγούμενων ετών.

β) σημαντικό ρόλο παίζει το κομμάτι της **αποθήκευσης ενέργειας** που παράγεται από ΑΠΕ, που αυτή τη στιγμή δεν έχει αναπτυχθεί επαρκώς η αντίστοιχη τεχνολογία.

Με τα δεδομένα αυτά, **οι ΑΠΕ δεν επαρκούν για να καλύψουν τις ανάγκες της ηλεκτροδότησης**, ιδιαίτερα σε δύσκολες συνθήκες, ούτε και για να συμβάλουν στη δημιουργία αποθεμάτων ασφαλείας. Αν και σύμφωνα με τη Green Tank (2020) η εκτεταμένη αξιοποίηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) αποτελεί βασικό συστατικό στοιχείο της ευρωπαϊκής ενεργειακής και κλιματικής πολιτικής στην πορεία προς την κλιματική ουδετερότητα. Ωστόσο, όσο αυξάνεται το μερίδιο των ΑΠΕ και δεδομένου του στοχαστικού χαρακτήρα (τυχαία απόδοση, ευμετάβλητη παραγωγή) των πιο ώριμων τεχνολογιών αξιοποίησης της αιολικής και της ηλιακής ενέργειας, αυξάνεται και η ανάγκη για αποθήκευση, ώστε να υπάρχει εξισορρόπηση μεταξύ της προσφοράς και της ζήτησης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ. Για τον λόγο αυτό οι τεχνολογίες αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας έχουν αποκτήσει κεντρική θέση τόσο στο Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα με ορίζοντα το 2030 όσο και στη Μακροχρόνια Στρατηγική της Ελλάδας για το 2050.

Σήμερα, πάντα σύμφωνα με τη Green Tank (2020), έμφαση δίνεται στις δύο κυρίαρχες τεχνολογίες αποθήκευσης, της αντλησιοταμίευσης και των συσσωρευτών (μπαταριών) αλλά και σε δύο αναδυόμενες τεχνολογίες, αυτή της θερμικής αποθήκευσης μέσω μετατροπής μονάδων καύσης λιγνίτη και λιθάνθρακα, καθώς και των τεχνολογιών υδρογόνου, οι οποίες αναμένεται να αποκτήσουν μεγαλύτερο μερίδιο στο μέλλον. Η αντλησιοταμίευση αποτελεί σήμερα την -με διαφορά- κυρίαρχη τεχνολογία αποθήκευσης παγκοσμίως. Τα συστήματα αποθήκευσης με μπαταρίες έχουν ταχύτατες αποκρίσεις της τάξης των μερικών δεκάδων δευτερολέπτων και σημαντικά μεγαλύτερους βαθμούς απόδοσης από τις τεχνολογίες αντλησιοταμίευσης που φτάνουν έως και το 96% στην περίπτωση ορισμένων νεότερων μπαταριών ιόντων λιθίου. Το μεγάλο πλεονέκτημα μετατροπών μονάδων καύσης λιγνίτη και λιθάνθρακα σε μονάδες θερμικής αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας που προέρχεται από ΑΠΕ είναι ότι αξιοποιούν τις υπό απόσυρση μονάδες καύσης και τις εκτεταμένες συνοδευτικές υποδομές τους διατηρώντας έτσι θέσεις εργασίας στη λιγνιτική βιομηχανία.. Τέλος, παρά τις μεγάλες προοπτικές που έχει το πράσινο υδρογόνο να συμβάλλει στην απανθρακοποίηση πολλών τομέων της οικονομίας, σήμερα μόλις το 1% του παραγόμενου υδρογόνου προέρχεται από ΑΠΕ, κυρίως λόγω του υψηλού κόστους παραγωγής του. Η παραγωγή της υπόλοιπης ποσότητας βασίζεται σε ορυκτό αέριο και λιθάνθρακα ή λιγνίτη και επομένως συνοδεύεται από σημαντικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Δυστυχώς ώριμες αδειοδοτικά επενδύσεις για έργα αποθήκευσης, που θα μπορούσαν να διαχειριστούν τη μεγάλη διεύδυση των ΑΠΕ και να ισορροπήσουν την ευμετάβλητη παραγωγή τους παραμένουν στο συρτάρι δίχως κατάλληλο κανονιστικό και θεσμικό πλαίσιο, και με προβλήματα κορεσμού στο δίκτυο μεταφοράς.

### 1.3. Γεωθερμική Ενέργεια

Η γεωθερμική ενέργεια η οποία θεωρείται «ως η μεγάλη αγνοούμενη στην Ελλάδα» και για την οποία θα αναφερθούμε αναλυτικά στα επόμενα κεφάλαια των εδώ σημειώσεων, ορίζεται ως το τμήμα της γήινης θερμότητας που βρίσκεται αποθηκευμένο με τη μορφή θερμού νερού ή ατμού ή σε μίγμα των παραπάνω, ή θερμών – ξηρών πετρωμάτων σε ευνοϊκές γεωλογικές συνθήκες. Συνήθως όμως, ο όρος χρησιμοποιείται σήμερα για να δηλώσει εκείνο το τμήμα της γήινης θερμότητας που μπορεί να ανακτηθεί και να αξιοποιηθεί από τον άνθρωπο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, θέρμανσης χώρων ή βιομηχανικού ατμού. Είναι μία καθαρή, ανανεώσιμη πηγή ενέργειας επειδή η θερμότητα που προέρχεται από το εσωτερικό της Γης είναι ουσιαστικά απεριόριστη. Η πηγή της γεωθερμικής ενέργειας, η θερμότητα της Γης, είναι διαθέσιμη 24 ώρες την ημέρα, 365 ημέρες το χρόνο. Αντιθέτως, η ηλιακή και η αιολική ενέργεια εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες, συμπεριλαμβανομένων των ημερησίων και εποχιακών διακυμάνσεων και των εναλλαγών του καιρού. Γι' αυτούς τους λόγους, η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται με την χρήση γεωθερμικής ενέργειας είναι σταθερά πιο αξιόπιστη, από τη στιγμή που αξιοποιείται ο πόρος, από πολλές άλλες μορφές ηλεκτρικής ενέργειας. Η θερμότητα που ρέει συνεχώς από το εσωτερικό της Γης υπολογίζεται ότι αντιστοιχεί σε 42 εκατομμύρια μεγαβάτ ηλεκτρικής ενέργειας (Heatbalance των Stacey and Loper, 1988). «*Σημειώνεται ότι ένα μεγαβάτ μπορεί να καλύψει τις ενεργειακές ανάγκες περίπου 1.000 σπιτιών*». Η θερμική ενέργεια της γης βρίσκεται σε αφθονία και είναι πρακτικά ανεξάντλητη, αλλά είναι πολύ διεσπαρμένη, σπανίως συγκεντρώνεται και συχνά βρίσκεται σε βάθη πολύ μεγάλα για να μπορεί να είναι αξιοποιήσιμη. Μέχρι σήμερα η εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας έχει περιοριστεί σε περιοχές όπου οι γεωλογικές συνθήκες επιτρέπουν. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη χρήση της γεωθερμίας είναι αρκετά μικρές και εύκολα ελεγχόμενες. Στην πραγματικότητα, η γεωθερμική ενέργεια παράγει ελάχιστες εκπομπές στην ατμόσφαιρα. Οι εκπομπές υποξειδίου του αζώτου, υδρόθειου, διοξειδίου του θείου, αμμωνίας, μεθανίου, αιωρούμενων σωματιδίων και διοξειδίου του άνθρακα είναι εξαιρετικά χαμηλές, ειδικά όταν συγκρίνονται με τις εκπομπές από τα συμβατικά καύσιμα. Στην άμεση χρήση της θερμότητας από γεωθερμικό ζεστό νερό, οι επιπτώσεις στο περιβάλλον είναι αμελητέες. Η οικονομική πτυχή της χρήσης των θερμών υδάτων εξακολουθεί να αποτελεί περιορισμό όσον αφορά την ευρύτερη διάδοσή τους στον τομέα της παραγωγής ενέργειας. Στην πραγματικότητα, το οικονομικό όφελος προέρχεται από την χρήση τους για μεγάλη χρονική περίοδο κατά τη διάρκεια των ετών με χαμηλό λειτουργικό κόστος σε σχέση με την αρχική επένδυση που μπορεί να είναι σημαντική.

Η πιο σημαντική παράμετρος στην αξιοποίηση αυτής της ενέργειας είναι η θερμοκρασία των γεωθερμικών ρευστών, η οποία καθορίζει το είδος της εφαρμογής της γεωθερμικής ενέργειας που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για θερμικές χρήσεις ή για την παραγωγή ηλεκτρισμού.

Επειδή η γεωθερμική ενέργεια περιγράφεται ως ανανεώσιμη (renewable) και αιφορική (sustainable), είναι σημαντικό να διαχωρίσουμε τις δύο αυτές έννοιες: Ο όρος «ανανεώσιμη» περιγράφει μια ιδιότητα του ενεργειακού πόρου, ενώ η «αιφορία» τον τρόπο με τον οποίο αυτός αξιοποιείται.

Το πιο σημαντικό κριτήριο για την ταξινόμηση της γεωθερμικής ενέργειας στις ανανεώσιμες πηγές είναι ο ρυθμός επαναφόρτισης του ενεργειακού συστήματος. Κατά την εκμετάλλευση ενός φυσικού γεωθερμικού συστήματος, η επανατροφοδοσία επιτυγχάνεται με την αναπλήρωση του θερμού νερού στον ταμειυτήρα στο ίδιο χρονικό διάστημα στο οποίο γίνεται η παραγωγή των

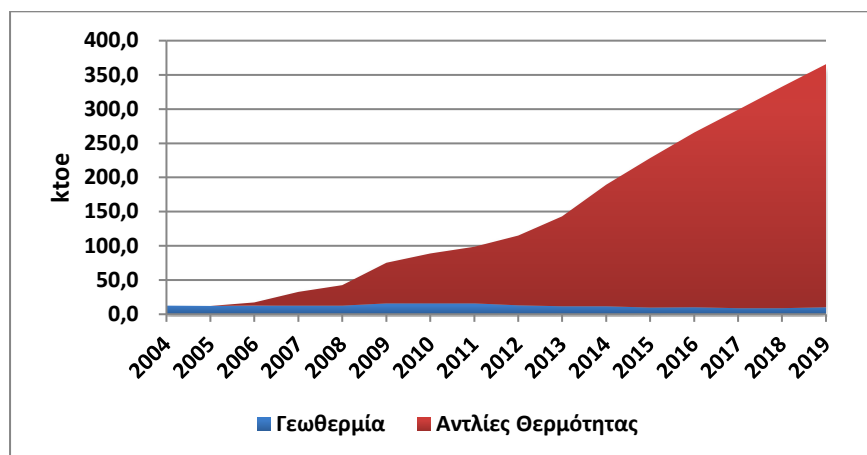
θερμών ρευστών. Αυτή ακριβώς η διαδικασία δικαιολογεί την ταξινόμηση της γεωθερμικής στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Στην περίπτωση των θερμών ξηρών πετρωμάτων και κάποιων θερμών εγκλωβισμένων υδροφόρων σε ιζηματογενείς λεκάνες, η ενεργειακή φόρτιση ελέγχεται αποκλειστικά από την αγωγή θερμότητας, η οποία είναι μια ιδιαίτερος αργή διαδικασία. Για το λόγο αυτό, ίσως θα έπρεπε τα συστήματα αυτά να κατατάσσονται στις πεπερασμένες πηγές ενέργειας (Stefansson, 2000).

Η αειφορία που αφορά την κατανάλωση ενός πόρου εξαρτάται από το αρχικό του μέγεθος, το ρυθμό εκμετάλλευσης (παραγωγής ρευστών) και το ρυθμό κατανάλωσης. Η κατανάλωση μπορεί προφανώς να διατηρηθεί σταθερή για τη χρονική περίοδο κατά την οποία η επαναφόρτιση της πηγής είναι ταχύτερη ή ίση με την αποφόρτιση. Ο όρος αειφόρος ανάπτυξη χρησιμοποιείται από την Παγκόσμια Επιτροπή για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη (World Commission on Environment and Development) για να περιγράψει την ανάπτυξη η οποία «...ανταποκρίνεται στις ανάγκες της σημερινής γενιάς, χωρίς όμως να θέτει σε κίνδυνο την κάλυψη των αναγκών των μελλοντικών γενεών...». Σε αυτό το πλαίσιο, η αειφόρος ανάπτυξη δεν υποδηλώνει ότι κάθε δεδομένη πηγή ενέργειας πρέπει να αξιοποιείται με έναν εξολοκλήρου αειφόρο τρόπο, αλλά ότι θα πρέπει να βρεθεί μια «φόρμουλα» αντικατάστασης του πόρου που υφίσταται εκμετάλλευση, έτσι ώστε οι επόμενες γενιές να μπορούν να εξασφαλίσουν για αυτές τους κατάλληλους ενεργειακούς πόρους, ανεξάρτητα αν ο συγκεκριμένος θα έχει εξαντληθεί. Με την έννοια αυτή, οι μελέτες που αφορούν την αειφορική ανάπτυξη ενός συγκεκριμένου γεωθερμικού πεδίου θα έπρεπε πιθανώς να προσανατολίζονται καταρχήν στην απόκτηση και στη συνέχεια στην εξεύρεση τρόπων διατήρησης ενός σταθερού επιπέδου παραγωγής γεωθερμικής ενέργειας σε εθνικό ή περιφερειακό πλαίσιο. Αυτό βέβαια ισχύει τόσο για τις ηλεκτρικές όσο και για τις άμεσες χρήσεις, και θα αφορά κάποιο συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, για παράδειγμα μια περίοδο 300 ετών, με καινούρια γεωθερμικά πεδία να αντικαθιστούν αυτά που έχουν εξαντληθεί (Wright, 1998).

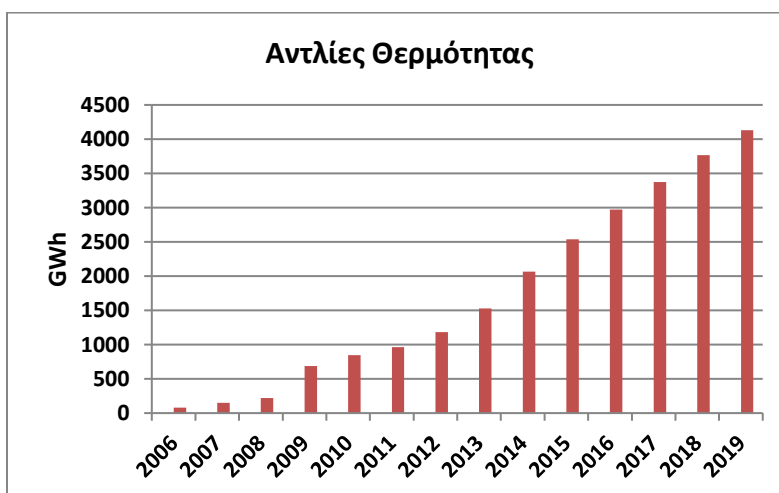
### 1.3.1 Γεωθερμία στην Ελλάδα

Η Ελλάδα, λόγω των κατάλληλων γεωλογικών συνθηκών, διαθέτει πλούσιο γεωθερμικό δυναμικό και θεωρείται από τις πλέον ευνοημένες χώρες παγκοσμίως. Έως σήμερα, σε 30 περιοχές σε όλη τη χώρα έχουν εντοπιστεί γεωθερμικά πεδία τα οποία μπορούν να αξιοποιηθούν για άμεσες χρήσεις, σε διάφορους παραγωγικούς τομείς: στον πρωτογενή τομέα, με τη μείωση του ενεργειακού κόστους στη γεωργία και τις ιχθυοκαλλιέργειες, στη μεταποίηση καθώς και στη θέρμανση κατοικιών, σχολείων και νοσοκομείων. Εντούτοις, παρά τη μεγάλη σημασία που έχει η ανάπτυξη της Γεωθερμίας, ως Ανανεώσιμη Πηγή Ενέργειας (ΑΠΕ), τόσο σε τοπικό όσο και σε εθνικό επίπεδο, μόνο ένα μικρό μέρος του διαθέσιμου δυναμικού αξιοποιείται σήμερα, κυρίως για ιαματικό τουρισμό. Υπάρχουν αρκετά προβλήματα και περιορισμοί στο να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά η γεωθερμική ενέργεια.

Στο γράφημα του σχήματος 1.44, φαίνεται η προσφερόμενη ενέργεια από τη γεωθερμία για την περίοδο 2004-2019. Διακρίνεται σε δυο μέρη στην βαθιά γεωθερμία, η οποία παρουσιάζει μια χαρακτηριστική μη αποτελεσματική χρήση (σχεδόν στασιμότητα) και η αβαθής γεωθερμία με τις αντλίες θερμότητας που εμφανίζει μια θεαματική εξέλιξη. Επίσης στο σχήμα 1.45 επιβεβαιώνεται η προαναφερόμενη εξέλιξη των αντλιών θερμότητας, με τη θερμική ενέργεια που χρησιμοποιήθηκε κυρίως στο τομέα θέρμανση – ψύξη, η οποία τουλάχιστον την τελευταία 10ετία (2009-2019) έχει οκταπλασιάσει σχεδόν την προσφερόμενη θερμική ενέργεια.



Σχήμα 1.44. Εξέλιξη της γεωθερμίας στην Ελλάδα για τη περίοδο 2004-2019



Σχήμα 1.45. Εξέλιξη της εκμετάλλευσης της αβαθούς γεωθερμίας με τις αντλίες θερμότητας στην προσφερόμενη θερμική ενέργεια για διάφορες εφαρμογές με βάση τις GWh από 2006 μέχρι και 2019

Ως περιορισμοί και τα εμπόδια που δεν επιτρέπουν την ευρεία χρήση της υπάρχουσας γεωθερμικής ενέργειας μπορούν να αναφερθούν:

- Άγνοια των τεχνολογικών δυνατοτήτων εκμετάλλευσης και των συγκριτικών πλεονεκτημάτων της γεωθερμίας (απουσία εξειδικευμένου προσωπικού).
- Απουσία οικονομικών κινήτρων για την αντιμετώπιση του γεωλογικού ρίσκου (ρίσκο αποτελεσμάτων έρευνας), των έργων υποδομής και του αρχικού κόστους εγκατάστασης γ/θ μονάδων.
- Ύπαρξη γραφειοκρατικού και σύνθετου θεσμικού και νομοθετικού πλαισίου, αν και ορισμένα με το τελευταίο νόμο έχουν απλοποιηθεί.
- Απουσία σοβαρού στρατηγικού σχεδιασμού για την υλοποίηση προγραμμάτων πρότυπης και ορθολογικής αξιοποίησης της γεωθερμικής ενέργειας.
- Έλλειψη επιχειρηματικής νοοτροπίας και τεχνογνωσίας στον αγροτικό τομέα.

- Η έλλειψη διαθέσιμης και οικονομικής γης για την εγκατάσταση των επενδύσεων.
- Έλλειψη εξειδικευμένων χρηματοδοτικών εργαλείων (υπάρχει δυσκολία χρησιμοποίησης οποιονδήποτε άλλων χρηματοδοτικών εργαλείων).

Οι περισσότεροι συνδέουν την επενδυτική άπνοια στην Γεωθερμία σήμερα μετά τη σχετική βελτίωση του θεσμικού πλαισίου, στο μεγάλο χρηματοδοτικό και γεωλογικό ρίσκο και την ταυτόχρονη έλλειψη χρηματοδοτικών εργαλείων λόγω της οικονομικής κρίσης (Πέτρου, 2014).

Ειδικότερα, σύμφωνα με το ισχύον πλαίσιο, προϋπόθεση για την εκμετάλλευση των γεωθερμικών ρευστών, είναι η αναγνώριση της περιοχής ως γεωθερμικού πεδίου (βεβαιωμένου ή πιθανού, χαμηλής, μέσης ή υψηλής θερμοκρασίας και με το σημερινό νομοθετικό πλαίσιο ως τοπικού και εθνικού ενδιαφέροντος) και η εν συνεχεία εκμίσθωσή του, κατόπιν προκήρυξης διαγωνισμού όπου θα καθορίζονται και οι περαιτέρω όροι για την διαχείρισή του. Βεβαίως υπάρχει και η δυνατότητα δημοπράτησης μη ερευνημένων περιοχών, αλλά ως μια κατ' εξαίρεση διαδικασία με σημαντικό ρίσκο για τους επενδυτές (λεπτομέρειες αναφέρονται στο τρέχον νομικό πλαίσιο και στο κανονισμό, τα οποία θα αναφερθούν στη συνέχεια). Σε κάθε περίπτωση, η όλη διαδικασία αναγνώρισης και εν συνεχεία δημοπράτησης προς εκμίσθωση Γ/Θ πεδίων είναι χρονοβόρα, πολύπλοκη κι απαιτητική, η οποία δεν προσφέρεται για έναν μικρό επενδυτή ή αγρότη αλλά όπως φαίνεται δεν έχει αποδειχθεί αποδοτική ούτε για μεγαλύτερα επενδυτικά σχήματα. Για του λόγου το αληθές, παρά το γεγονός ότι την τελευταία πενταετία έχουν ολοκληρωθεί στον τόπο μας διαγωνιστικές διαδικασίες για την εκμίσθωση των δικαιωμάτων έρευνας οκτώ (8) γεωθερμικών πεδίων υψηλής θερμοκρασίας, δεν έχει ακόμα υπογραφεί καμία σύμβαση και συνακόλουθα δεν έχει ξεκινήσει καμία ερευνητική δραστηριότητα. Επίσης, ελάχιστα είναι τα πεδία μέσης/χαμηλής θερμοκρασίας που έχουν δημοπρατηθεί από την Α.Δ Μακεδονίας-Θράκης και λειτουργούν (πχ. Εράσμιο Θράκης για υδροπονικά θερμοκήπια, Ερατεινό Χρυσούπολης από το Δήμο Νέστου)).

Αντιθέτως, τα πράγματα είναι διαφορετικά στην εφαρμογή των γεωθερμικών αντλιών θερμότητας (ΓΑΘ) για την θέρμανση και ψύξη κατοικιών ("αβαθής γεωθερμία"), όπου η διαδικασία είναι απλή χωρίς διαγωνισμούς αλλά και χωρίς μισθώσεις, με μικρό αριθμό δικαιολογητικών που υποβάλλονται για την έκδοση της σχετικής άδειας στην οικεία Περιφέρεια, όπου βρίσκεται το ακίνητο. Η αλήθεια είναι ότι οι επενδύσεις σε αβαθή γεωθερμία αυξάνονται στην Ελλάδα με ετήσιους ρυθμούς της τάξης των 25% (βλέπε σχήμα 1.24), την ίδια στιγμή που υφίσταται πλήρης ανυπαρξία στην αξιοποίηση των ρευστών υψηλής θερμοκρασίας (>90°C) αλλά και βραδύπορεία/στασιμότητα για τα ρευστά χαμηλής θερμοκρασίας (35-90°C) (σχ. 1.24).

Σήμερα σύμφωνα με τον Φυτίκα (2014), το συνολικό βεβαιωμένο γεωθερμικό δυναμικό της Ελλάδας φαίνεται να ξεπερνά τα 500 MW<sub>e</sub> (170 MW<sub>e</sub> από τα γ/θ πεδία υψηλής ενθαλπίας της Μήλου και της Νισύρου). Επίσης τα βεβαιωμένα και πολύ πιθανά αποθέματα χαμηλής ενθαλπίας ξεπερνούν τα 1000 MW<sub>th</sub> και μπορούν να εξοικονομήσουν εκατομ. τόνους ισοδύναμου πετρελαίου (ΤΙΠ) το χρόνο.

Το πλέον δυσάρεστο γεγονός είναι ότι λιγότερο από το 1% του βεβαιωμένου γ/θ δυναμικού της χώρας έχει αξιοποιηθεί μέχρι σήμερα και δεν υπάρχουν εφαρμογές παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Το μόνο παρήγορο σημείο όπως και προαναφέραμε θεωρείται η χρήση των ΓΑΘ που αποτελεί σήμερα τον πιο δυναμικό τομέα αξιοποίησης της γεωθερμίας για το άμεσο μέλλον. Σε αυτό συμβάλλει η απλοποιημένη αδειοδότηση, η οποία επιτρέπει τη γρήγορη διάδοση των εφαρμογών της.



Η αξιοποίηση της γεωθερμίας μπορεί να συμβάλει σημαντικά και ποικιλοτρόπως στην οικονομική ανάπτυξη ευρύτερων περιοχών και στη δημιουργία πυρήνων οικονομικής δραστηριότητας.

Ενδεικτικά, η ανάπτυξη της γεωθερμίας μπορεί να συμβάλει:

- ✓ στην οικονομική ανάπτυξη σε τοπικό και εθνικό επίπεδο
- ✓ στη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας
- ✓ στη μείωση χρήσης ορυκτών καυσίμων σε εθνικό επίπεδο
- ✓ στη μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου
- ✓ στην αιεφόρα ανάπτυξη των τοπικών κοινωνιών
- ✓ στην παραγωγή εκτός εποχής αγροτικών προϊόντων
- ✓ στη μείωση εισαγωγών και στην αύξηση των εξαγωγών αγροτικών προϊόντων σε εθνικό επίπεδο
- ✓ στην περαιτέρω αύξηση του ιαματικού τουρισμού.

### 1.3.2. Ισχύουσα νομοθεσία

Η ισχύουσα νομοθεσία που αφορά στην ενεργειακή χρήση της γεωθερμικής ενέργειας σήμερα αποτελείται από το Νόμο **6402/2019 Θεσμικό Πλαίσιο Γεωθερμίας** και τον Κανονισμό Γεωθερμικών Εργασιών Αριθμ. **ΥΠΕΝ/ΔΑΠ/42138/552/14 Μαΐου 2021**. Οι οποίοι στη συνέχεια θα αναφερθούν με περισσότερες λεπτομέρειες

Οι βασικοί άξονες του νόμου **6402/2019** είναι οι εξής:

1. Απλουστεύεται η κατηγοριοποίηση των γεωθερμικών πεδίων. Πιο συγκεκριμένα, τα γεωθερμικά πεδία θα διακρίνονται σε τοπικού (θερμοκρασία ρευστού 30-90°C) και εθνικού ενδιαφέροντος (θερμοκρασία ρευστού άνω των 90°C). Επιπρόσθετα, οι ευρύτεροι χώροι μέσα στους οποίους υπάρχουν ενδείξεις παρουσίας γεωθερμικού δυναμικού και δεν έχουν ακόμη χαρακτηριστεί με Φ.Ε.Κ., ονομάζονται περιοχές γεωθερμικού ενδιαφέροντος.
2. Αυξάνεται η ελάχιστη θερμοκρασία καθορισμού γεωθερμικού δυναμικού κατά 5°C, δηλαδή από τους 25°C, αναπροσαρμόζεται στους 30°C, παρέχοντας τη δυνατότητα αξιοποίησης αρκετών αγροτικών γεωτρήσεων για άρδευση.
3. Ως φορέας διαχείρισης των τοπικών γεωθερμικών πεδίων (θερμοκρασία ρευστού 30-90°C) ορίζεται η οικεία Αποκεντρωμένη Διοίκηση, αναλαμβάνοντας ρυθμιστικό και συντονιστικό ρόλο σε ό,τι αφορά τη διενέργεια της διαγωνιστικής διαδικασίας για την παραχώρηση δικαιώματος μίσθωσης στους ενδιαφερόμενους.
4. Στα τοπικού ενδιαφέροντος πεδία, η διαδικασία διαγωνισμού προκαλείται πλέον με αίτηση του ενδιαφερομένου και η Αποκεντρωμένη Διοίκηση προχωρεί σε δημόσια πρόσκληση εκδήλωσης ενδιαφέροντος, διάρκειας 30 ημερών, από την ημέρα που εκδηλώνεται ενδιαφέρον.
5. Στα εθνικού ενδιαφέροντος γεωθερμικά πεδία (θερμοκρασία ρευστού άνω των 90°C), η αρμοδιότητα προκήρυξης διαγωνισμού και σύναψης σύμβασης μίσθωσης ανήκει στον Υπουργό Περιβάλλοντος και Ενέργειας.
6. Δίνεται έμφαση στη διαχείριση των γεωθερμικών πεδίων, που πλέον ορίζεται ως το σύνολο των δραστηριοτήτων που ρυθμίζουν την εκμετάλλευση του γεωθερμικού ρευστού από τα

- υπόγεια γεωθερμικά συστήματα, με σκοπό τη βιώσιμη, ορθολογική και ολοκληρωμένη αξιοποίηση του και αναφέρεται στο σύνολο του πεδίου.
7. Την παρακολούθηση και τον έλεγχο σε επιστημονικό επίπεδο σε όλα τα γεωθερμικά πεδία της χώρας αναλαμβάνει η νεοσύστατη Ελληνική Αρχή Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (Ε.Α.Γ.Μ.Ε.).
  8. Οι Αποκεντρωμένες Διοικήσεις πέραν της Ε.Α.Γ.Μ.Ε., μπορούν να επιλέξουν επιστημονικούς συμβούλους από οιοσδήποτε επιστημονικό, ερευνητικό ή ακαδημαϊκό φορέα, Ν.Π.Δ.Δ. ή Ν.Π.Ι.Δ., είτε ακόμη και μεμονωμένους επιστήμονες προκειμένου να τις βοηθηθούν στο έργο τους.
  9. Συντάσσεται Εθνικό Μητρώο Σημείων Αξιοποίησης Γεωθερμίας και συνοδή διαδικτυακή πύλη στο Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας. Στο Μητρώο αυτό θα καταγραφεί το σύνολο των γεωτρήσεων και των εγκαταστάσεων άντλησης και επανεισαγωγής, οι οποίες έχουν κατασκευαστεί με σκοπό την αξιοποίηση γεωθερμικού δυναμικού στην χώρα.
  10. Συντάσσεται Εθνικό Μητρώο Καταγραφής και Παρακολούθησης Γεωθερμικών Σημείων και συνοδή διαδικτυακή πύλη στην Ε.Α.Γ.Μ.Ε. Στο Μητρώο αυτό θα καταγραφεί το σύνολο των Θερμών Πηγών της χώρας, καθώς και των σταθμών παρακολούθησης των γεωθερμικών πεδίων.

**ΝΟΜΟΣ ΥΠ' ΑΡΙΘΜ. 4602/2019** «Έρευνα, εκμετάλλευση και διαχείριση του γεωθερμικού δυναμικού της Χώρας, σύσταση Ελληνικής Αρχής Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών, ιδιοκτησιακός διαχωρισμός δικτύων διανομής φυσικού αερίου και άλλες διατάξεις».

ΜΕΡΟΣ Α΄

**ΕΡΕΥΝΑ, ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ**

#### **Άρθρο 1 Σκοπός**

1. Σκοπός του παρόντος Μέρους (άρθρα 1 έως 24), είναι η δημιουργία των προϋποθέσεων για την ορθολογική αξιοποίηση του γεωθερμικού δυναμικού της Χώρας. Αξιοποίηση του γεωθερμικού δυναμικού θεωρείται η έρευνα, η εκμετάλλευση και η διαχείρισή του. Η αξιοποίηση του γεωθερμικού δυναμικού, ως ανανεώσιμης πηγής ενέργειας, προωθεί τη βιώσιμη ανάπτυξη και εξυπηρετεί το δημόσιο συμφέρον.
2. Με απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος και Ενέργειας, που δημοσιεύεται στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως, μπορεί να ορίζεται, κατά περίπτωση, ότι, το δικαίωμα διαχείρισης και εκμετάλλευσης του γεωθερμικού δυναμικού κατισχύει του δικαιώματος εκμετάλλευσης άλλων μεταλλευτικών ή λατομικών ορυκτών, εφόσον κατά την κρίση του η συγκεκριμένη αξιοποίηση του γεωθερμικού δυναμικού είναι μεγαλύτερης σημασίας για την εθνική οικονομία.

#### **Άρθρο 2 Ορισμοί**

1. Για την εφαρμογή του παρόντος Μέρους Α΄ (άρθρα 1 έως 24) ισχύουν οι εξής ορισμοί:
  - α) Ελληνική Αρχή Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (Ε.Α.Γ.Μ.Ε.): το νομικό πρόσωπο δημοσίου δικαίου που συστήνεται με το άρθρο 25.
  - β) Γεωθερμικό δυναμικό (ΓΘΔ): είναι το σύνολο των γηγενών φυσικών θερμών ρευστών, επιφανειακών ή υπογείων, και της θερμότητας των γεωλογικών σχηματισμών, που η θερμοκρασία τους υπερβαίνει τους 30°C.
  - γ) Γεωθερμικό πεδίο: είναι ο ενιαίος μεταλλευτικός χώρος μέσα στον οποίο έχει εντοπιστεί γεωθερμικό δυναμικό.
  - δ) Περιοχή γεωθερμικού ενδιαφέροντος (ΠΓΘΕ): είναι ο ευρύτερος χώρος μέσα στον οποίο υπάρχουν ενδείξεις παρουσίας γεωθερμικού δυναμικού θερμοκρασίας έως 90°C.
  - ε) Προϊόν του γεωθερμικού δυναμικού: θεωρείται το αξιοποιήσιμο θερμοενεργειακό του περιεχόμενο.

στ) Παραπροϊόντα του γεωθερμικού δυναμικού: θεωρούνται άλλα προϊόντα που συμπαράγονται κατά την εκμετάλλευση εκτός από το θερμοενεργειακό περιεχόμενο του γεωθερμικού δυναμικού.

ζ) Υποπροϊόν του γεωθερμικού δυναμικού: θεωρείται το γεωθερμικό ρευστό που απομένει, ύστερα από την απόληψη των κατά τα ανωτέρω προϊόντων και παραπροϊόντων. η) Εκμετάλλευση του γεωθερμικού δυναμικού: αποτελεί το σύνολο των δραστηριοτήτων που αποσκοπούν στην παραγωγική (άντληση) απόληψη του προϊόντος και παραπροϊόντων και την ασφαλή διάθεση του υποπροϊόντος.

θ) Διαχείριση του γεωθερμικού δυναμικού: αποτελεί το σύνολο των δραστηριοτήτων που ρυθμίζουν την εκμετάλλευση του γεωθερμικού ρευστού από τα υπόγεια γεωθερμικά συστήματα, με σκοπό τη βιώσιμη – ορθολογική και ολοκληρωμένη αξιοποίησή του. Η διαχείριση αναφέρεται στο σύνολο του γεωθερμικού πεδίου.

2. Τα γεωθερμικά πεδία διακρίνονται ως **τοπικού και εθνικού ενδιαφέροντος**. Στα τοπικού ενδιαφέροντος η θερμοκρασία του προϊόντος κυμαίνεται από 30°C έως και 90°C. Στα εθνικού ενδιαφέροντος η θερμοκρασία του προϊόντος υπερβαίνει τους 90°C.

3. Με απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος και Ενέργειας, που δημοσιεύεται στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως, καθορίζονται τα χαρακτηριστικά προκειμένου μια περιοχή να χαρακτηριστεί ως **γεωθερμικό πεδίο** ή ως **περιοχή γεωθερμικού ενδιαφέροντος**.

4. Με απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος και Ενέργειας, ύστερα από γνώμη της Ε.Α.Γ.Μ.Ε., γίνεται ο χαρακτηρισμός κάθε γεωθερμικού πεδίου και η υπαγωγή του σε κατηγορία τοπικού ή εθνικού ενδιαφέροντος, σύμφωνα με τα εκάστοτε διαθέσιμα στοιχεία.

5. Με απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος και Ενέργειας, μετά τη δημοσιοποίηση του σχεδίου ανάπτυξης του άρθρου 7, γίνεται ο χαρακτηρισμός μίας περιοχής ως περιοχής γεωθερμικού ενδιαφέροντος.

### **Άρθρο 3 Εφαρμοζόμενες διατάξεις**

Αναφέρονται στα δικαιώματα έρευνας, εκμετάλλευσης και διαχείρισης του γεωθερμικού δυναμικού, τα οποία ανήκουν, μόνο στο Δημόσιο και ασκούνται από το ίδιο ή εκμισθώνονται.

-Οτι εφαρμόζονται οι διατάξεις του Μεταλλευτικού Κώδικα και γενικότερα της μεταλλευτικής νομοθεσίας.

-Στην αδειοδότηση εγκαταστάσεων για την περαιτέρω αξιοποίηση του ενεργειακού προϊόντος ή των παραπροϊόντων δεν ρυθμίζεται από τις διατάξεις του παρόντος

### **Άρθρο 4 Αρμοδιότητα άσκησης των δικαιωμάτων έρευνας, εκμετάλλευσης και διαχείρισης γεωθερμικού δυναμικού**

Αναφέρεται -στην έρευνα, διαχείριση και εκμετάλλευση του γεωθερμικού δυναμικού, με εξαίρεση τα πεδία τοπικού ενδιαφέροντος και τις ΠΓΘΕ, υπάγεται στην αρμοδιότητα του Υπουργού Περιβάλλοντος και Ενέργειας.

-Στην έρευνα, διαχείριση και εκμετάλλευση του γεωθερμικού δυναμικού σε πεδία τοπικού ενδιαφέροντος και τις ΠΓΘΕ που υπάγονται στην αρμοδιότητα του συντονιστή Αποκεντρωμένης Διοίκησης.

**Άρθρο 5** Αναφέρεται στην εκμίσθωση των δικαιωμάτων έρευνας, εκμετάλλευσης και διαχείρισης γεωθερμικού δυναμικού στα πεδία εθνικού ενδιαφέροντος και τις μη χαρακτηρισμένες περιοχές

**Άρθρο 6** Αναφέρεται στην εκμίσθωση των δικαιωμάτων έρευνας, εκμετάλλευσης και διαχείρισης γεωθερμικού δυναμικού στα πεδία τοπικού ενδιαφέροντος και τις ΠΓΘ

**Άρθρο 7** Αναφέρεται στο σχέδιο Ανάπτυξης Γεωθερμικού Δυναμικού (ΣΑΓΔ)

**Άρθρο 8** Αναφέρεται στις υποχρεώσεις και δικαιώματα μισθωτών γεωθερμικού δυναμικού

**Άρθρο 9** Διοικητικές προσφυγές και Ένδικα Βοηθήματα

**Άρθρο 10** Αναφέρεται στην εκχώρηση μισθωτικών δικαιωμάτων

**Άρθρο 11 Κανονισμός των Γεωθερμικών Εργασιών** Η ρύθμιση των όρων, του τρόπου διενέργειας γεωθερμικών εργασιών και κάθε άλλο θέμα αναγκαίο από πλευράς ορθολογικής δραστηριότητας, υγείας και ασφάλειας εργαζομένων και περιοίκων, καθώς και για την προστασία του περιβάλλοντος, διέπονται από τον Κανονισμό Γεωθερμικών Εργασιών, ο οποίος εκδίδεται με απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος και Ενέργειας. Ήδη για το νόμο αυτό έχει δημοσιευτεί ο Κανονισμός Γεωθερμικών Εργασιών (**Αριθμ. ΥΠΕΝ/ΔΑΠ/42138/552/2021**) τον οποίο θα σχολιάσουμε στη συνέχεια.

**Άρθρο 12** Αναφέρεται στις ποινικές και διοικητικές κυρώσει για όποιον ερευνά και εκμεταλλεύεται παράνομα ένα γεωθερμικό πεδίο

**Άρθρο 13** Ενεργειακά συστήματα θέρμανσης ή ψύξης

**Άρθρο 14** Κίνητρα για την ανάπτυξη της γεωθερμίας

Άρθρο 15 Αναφέρεται στα παράβολα, που απαιτούνται για τη χορήγηση άδειας ή έγκρισης, σύμφωνα με τις διατάξεις του παρόντος

**Άρθρο 16 Σύσταση Εθνικού Μητρώου Σημείων Αξιοποίησης Γεωθερμίας (Ε.Μ.Σ.Α.Γ.Ε.).**

**Άρθρο 17 Εθνικό Μητρώο Καταγραφής και Παρακολούθησης Γεωθερμικών Σημείων (ΕΜΚΠΑΓΕΣ).**

**Άρθρο 18 Ιαματική χρήση γεωθερμικού δυναμικού.** Η ιαματική χρήση του γεωθερμικού δυναμικού θεωρείται ως πρώτης προτεραιότητας και γίνεται κατά τα οριζόμενα στη σχετική περί ιαματικών φυσικών πόρων νομοθεσία. Για κάθε άλλη χρήση πέραν της ιαματικής, η αξιοποίηση διέπεται από τις διατάξεις του παρόντος νόμου. Το όργανο που είναι αρμόδιο για την εκμίσθωση, με απόφασή του, ορίζει, σύμφωνα με τους ήδη ή μελλοντικά αναγνωρισμένους ιαματικούς φυσικούς πόρους τις περιοχές και τις ποσότητες γεωθερμικού δυναμικού, για τις οποίες ισχύει η ανωτέρω πρωτεύουσα χρήση. κ.λ.π.

**Άρθρο 19 Σύσταση Επιτροπής Αντιμετώπισης Προβλημάτων Αξιοποίησης Γεωθερμικού Δυναμικού και Διαχείρισης Υδάτων.**

**Άρθρο 21 Υποστήριξη τμημάτων γεωθερμίας**

**Άρθρο 23 Μεταβατικές διατάξεις**

## **ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ. ΥΠΕΝ/ΔΑΠ/42138/552/14 Μαΐου 2021**

Το **άρθρο 2** του κανονισμού περιλαμβάνει γενικούς ορισμούς για την κατανόηση των εννοιών που αναφέρονται στις διατάξεις του Κανονισμού και πέραν των ορισμών που δίδονται στο άρθρο 2 του ν. 4602/2019, ορίζονται τα εξής:

α. **Γεωθερμικός πόρος** είναι η υπεδάφια συγκέντρωση θερμών ρευστών ή θερμότητας εν γένει, για την οποία υπάρχουν σημαντικές ενδείξεις ως προς την δυνατότητα εκμετάλλευσής του.

β. **Γεωθερμικός ταμιευτήρας** είναι ένα σύστημα υδροφορέων ή ρηγματωμένων πετρωμάτων από το οποίο μπορεί να γίνει άντληση θερμών ρευστών προς εκμετάλλευση γεωθερμικού δυναμικού.

γ. **Ερευνητικές εργασίες** νοούνται οι δραστηριότητες εκείνες που σχετίζονται με τον εντοπισμό γεωθερμικού δυναμικού και τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών του. Οι εργασίες αυτές περιλαμβάνουν, χωρίς περιορισμό, γεωλογικές, υδρογεωλογικές, γεωχημικές, γεωφυσικές έρευνες, όρυξη ερευνητικών γεωτρήσεων, καθώς και κάθε είδους πρόσθετα έργα για την πραγματοποίηση των εν λόγω εργασιών.

δ. **Ερευνητικές γεωτρήσεις** είναι εκείνες που αποσκοπούν στον προσδιορισμό και την αποτύπωση του γεωθερμικού πόρου, την μέτρηση των υδραυλικών και θερμικών χαρακτηριστικών των γεωλογικών σχηματισμών που απαρτίζουν τον γεωθερμικό ταμιευτήρα και την διαπίστωση ύπαρξης θερμών ρευστών.

ε. **Παραγωγικές γεωτρήσεις** είναι οι γεωτρήσεις παραγωγής γεωθερμικών ρευστών. στ. Γεωτρήσεις επανέγχυσης είναι εκείνες, καινούργιες ή μετατρεπόμενες υφιστάμενες, οι οποίες δύνανται να χρησιμοποιηθούν με τέτοιο τρόπο ώστε τα γεωθερμικά ρευστά από την επιφάνεια να επιστρέφουν στον γεωθερμικό ταμιευτήρα από τον οποίο αντλήθηκαν.

ζ. **Σύστημα γεωθερμικής εκμετάλλευσης** είναι το σύνολο των εγκαταστάσεων και του εξοπλισμού που χρησιμοποιείται για την άντληση και εναλλαγή των γεωθερμικών ρευστών ή της θερμικής ενέργειας, την παραγωγή παραπροϊόντων, τη μετάδοση και μεταφορά θερμικής ενέργειας στους χρήστες και την επανέγχυση των γεωθερμικών ρευστών.

η. **Εργασίες εκμετάλλευσης** είναι όλες οι εργασίες, τα έργα και οι εγκαταστάσεις παραγωγής (παραγωγικές γεωτρήσεις, γεωτρήσεις επανέγχυσης, μετρητικά συστήματα, δίκτυα σωληνώσεων κ.λπ.), τα οποία εξασφαλίζουν την ασφαλή άντληση του γεωθερμικού ρευστού, την παραγωγή ενέργειας και τη μεταφορά της σε συνδυασμό με τις προβλεπόμενες χρήσεις, τη χρήση των παραπροϊόντων, καθώς και την επανέγχυση των γεωθερμικών ρευστών, μετά την αξιοποίησή τους, στον ταμιευτήρα από όπου αντλήθηκαν.

θ. **Εργασίες διαχείρισης** είναι όλες εκείνες οι διαδικασίες που συμβάλλουν στην ορθολογική και αιεφόρο ανάπτυξη και στην ολοκληρωμένη αξιοποίηση του γεωθερμικού πόρου, καθώς και εκείνες που εξασφαλίζουν στο σύστημα γεωθερμικής εκμετάλλευσης:

- i. τη συνεχή και σταθερή τροφοδοσία του με γεωθερμικά ρευστά,
- ii. την ομαλή και συνεχή ενεργειακή παραγωγή και τροφοδοσία των ενεργειακών χρηστών με υψηλό βαθμό ενεργειακής απόδοσης,
- iii. την αποφυγή περιβαλλοντικής υποβάθμισης.

ι. **Ορθολογική αξιοποίηση του γεωθερμικού πεδίου** είναι η ολοκληρωμένη και βέλτιστη εκμετάλλευση του γεωθερμικού δυναμικού, έτσι ώστε, να εξασφαλίζεται η αιεφορία του πόρου, ο βέλτιστος βαθμός ενεργειακής απόδοσης και η προστασία του περιβάλλοντος.

### **Άρθρο 3 Έγγραφο Συναίνεση εκτέλεσης ερευνητικών εργασιών**

1. εκτέλεσης γεωφυσικών ερευνών
2. Προετοιμασία για την έναρξη εργασιών όρυξης ερευνητικών γεωτρήσεων,

### **Άρθρο 4 Εκτέλεση ερευνητικών γεωτρήσεων**

### **Άρθρο 5 Ημερήσιο Δελτίο Γεώτρησης - Ημερολόγιο Γεώτρησης**

### **Άρθρο 6 Ολοκλήρωση της γεώτρησης - Σφράγιση και εγκατάλειψη - Μητρώο Γεώτρησης**

### **Άρθρο 7 Εργασίες εκμετάλλευσης. Περιλαμβάνει**

Όρυξη παραγωγικών γεωτρήσεων και γεωτρήσεων επανέγχυσης.

Κατά την εκτέλεση δοκιμών παραγωγής,..... η υγρή φάση του γεωθερμικού ρευστού επιτρέπεται να διοχετεύεται μόνο στους εξής αποδέκτες:

- i. στον γεωθερμικό ταμιευτήρα από όπου προήλθε,
- ii. σε υπόγειο υδροφόρο ο οποίος περιέχει αλμυρό ή υφάλμυρο νερό ακατάλληλο προς πόση ή άρδευση,
- iii. σε στεγανοποιημένη δεξαμενή, σχεδιασμένη και κατασκευασμένη με τρόπο που δεν θα δημιουργεί κινδύνους για την ασφάλεια, την υγεία και το περιβάλλον,
- iv. στη θάλασσα ή σε επιφανειακό αποδέκτη που περιέχει νερό μεγαλύτερης αλατοπεριεκτικότητας από το γεωθερμικό ρευστό και ακατάλληλο προς πόση ή άρδευση, υπό την προϋπόθεση ότι δεν αλλοιώνεται η χημική σύσταση και η θερμοκρασία του αποδέκτη. Η θερμοκρασία απόρριψης της υγρής φάσης στην έξοδο, δεν επιτρέπεται να υπερβαίνει τους 35°C.....

Κατά την εκτέλεση δοκιμών παραγωγής,..... η αέρια φάση του γεωθερμικού ρευστού μπορεί να εκτονώνεται στην ατμόσφαιρα, εφόσον τηρούνται οι εγκεκριμένοι περιβαλλοντικοί όροι,.....

Κατά τη διάρκεια της εκμετάλλευσης, το διαχωριζόμενο αλμόλοιπο θα επανεγχύεται υποχρεωτικά στον ταμιευτήρα από όπου αντλήθηκε.

3. Καταγραφή μετρήσεων Προκειμένου να ελέγχονται και να καταγράφονται όλες οι απαραίτητες πληροφορίες κατά τη διάρκεια λειτουργίας του γεωθερμικού συστήματος εκμετάλλευσης,

4. Έλεγχος και λειτουργία καταγραφικών

5. Ακρίβεια μετρήσεων καταγραφικού εξοπλισμού:

6. Εντοπισμός λάθους στις καταγραφές μετρήσεων.

7. Εξοπλισμός και υλικά:

**Άρθρο 8 Τεχνική Μελέτη Εκμετάλλευσης** Μετά την ολοκλήρωση των ερευνητικών εργασιών και των παραγωγικών γεωτρήσεων, ο Μισθωτής, εφόσον προτίθεται να προχωρήσει στην εκμετάλλευση του γεωθερμικού δυναμικού, έχει την υποχρέωση να συντάξει και να υποβάλει προς έγκριση στον Εκμισθωτή τεχνική μελέτη εκμετάλλευσης του έργου,

**Άρθρο 9 Εργασίες διαχείρισης 1...2...3.** Κατά τη διάρκεια των εργασιών διαχείρισης θα πρέπει: α. ο ρυθμός άντλησης γεωθερμικού δυναμικού να μην υπερβαίνει τον εκτιμώμενο ρυθμό τροφοδοσίας του γεωθερμικού ταμιευτήρα, γ. να εξετάζεται η πιθανή περαιτέρω αξιοποίηση υποπροϊόντων - παραπροϊόντων μετά την ενεργειακή αξιοποίηση των προϊόντων γεωθερμικού δυναμικού.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ

### ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΑ ΠΕΔΙΑ ΤΟΠΙΚΟΥ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟΥ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ

**Άρθρο 10** Έγγραφο Συναίνεση εκτέλεσης ερευνητικών εργασιών

**Άρθρο 11** Εκτέλεση ερευνητικών γεωτρήσεων

**Άρθρο 12** Ημερήσιο Δελτίο Γεώτρησης - Ημερολόγιο, Μητρώο Γεώτρησης

**Άρθρο 13** Μέτρα προστασίας ανεξέλεγκτης ροής ρευστών

**Άρθρο 14** Ολοκλήρωση της γεώτρησης - Σφράγιση και εγκατάλειψη

**Άρθρο 15** Εργασίες εκμετάλλευσης

**Άρθρο 16** Τεχνική Μελέτη Εκμετάλλευσης

**Άρθρο 17** Εργασίες διαχείρισης

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ Δ

### ΓΕΝΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ

**Άρθρο 18** Γενικές υποχρεώσεις του ασκούντος την έρευνα, την εκμετάλλευση ή τη διαχείριση

1. Όλες οι εργασίες για την έρευνα, την εκμετάλλευση ή τη διαχείριση γεωθερμικού πεδίου ή δυναμικού, θα διεξάγονται σύμφωνα με τους κανόνες της Επιστήμης και της Τεχνικής, με στόχο: α. την ορθολογική αξιοποίηση του πεδίου, β. την προστασία της δημόσιας ασφάλειας και υγείας, γ. την προστασία της ασφάλειας και υγείας των εργαζόμενων στο έργο, δ. την προστασία της ποιότητας του φυσικού, του ανθρωπογενούς και του πολιτιστικού περιβάλλοντος,

**Άρθρο 19** Περιβαλλοντική προστασία

**Άρθρο 20** Περιορισμοί στην έρευνα, την εκμετάλλευση και τη διαχείριση - Περιορισμοί χωροθέτησης (συνοδεύεται από πίνακες χωροθέτησης)

**Άρθρο 21** Αρχεία, αναφορές και επιθεωρήσεις δεδομένων

**Άρθρο 22** Γενικές διατάξεις περί Υγείας και Ασφάλειας

**Άρθρο 23** Μέτρα προστασίας εργασιών πλησίον δικτύων

**Άρθρο 24** Ειδικά μέτρα προστασίας από χημικούς παράγοντες

**Άρθρο 25** Μέτρα προστασίας για την είσοδο, παραμονή ή εργασία σε Περιορισμένους Χώρους

**Άρθρο 26** Προσάρτηση Παραρτημάτων Επισυνάπτονται στην παρούσα και αποτελούν αναπόσπαστο τμήμα αυτής τα παραρτήματα I έως VII.

**Άρθρο 27** Καταργούμενες διατάξεις - Έναρξη ισχύος (καταργήθηκε ο προηγούμενος κανονισμός Δ9B/Φ166/οικ.20076/ΓΔΦΠ5258/24.8.2005 (B' 1530) του Υφυπουργού Ανάπτυξης)

### Ισχύουσα νομοθεσία ΙΑΜΑΤΙΚΗΣ ΧΡΗΣΕΙΣ

Σε ότι αφορά στην Ιαματική χρήση της γεωθερμικής ενέργειας ισχύουν τα κάτωθι:

- Ν. 3498/06 περί «Ανάπτυξης του Ιαματικού Τουρισμού» και
- Υ. Α. του Υπ. Τουρ. Αν. με αρ. 16655/22-12-2006, ΦΕΚ Β1932/29-12-2006, περί «Διαδικασίας Αναγνώρισης Ιαματικών Φυσικών Πόρων».
- Υ.Α. του Υπ. Τουρ. Αν. με αρ. 4530/13-3-2007, «Συγκρότηση της Επιτροπής Προστασίας Ιαματικών Φυσικών Πόρων του άρθρου 10 του Ν. 3498/2006».
- Επίσης το Άρθρο 18 του προαναφερόμενου νόμου 6402/2019

### 1.3.3. Γεωθερμικά Πεδία - Αναγνωρισμένα με ΦΕΚ

#### ΤΟΠΙΚΟΥ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΑ ΠΕΔΙΑ

- A. ΑΠΟΚΕΝΤΡΩΜΕΝΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ - ΘΡΑΚΗΣ
1. Γεωθερμικό πεδίο χαμηλής ενθαλπίας Αγκίστρου Ν. Σερρών
  2. Γεωθερμικό πεδίο χαμηλής ενθαλπίας Σιδηροκάστρου Ν. Σερρών
  3. Γεωθερμικό πεδίο χαμηλής ενθαλπίας Λιθότοπου Ηράκλειας
  4. Γεωθερμικό πεδίο χαμηλής ενθαλπίας Θέρμων Νιγρίτας Ν. Σερρών
  5. Γεωθερμικό πεδίο χαμηλής ενθαλπίας Λαγκαδά Ν. Θεσσαλονίκης
  6. Γεωθερμικό πεδίο χαμηλής ενθαλπίας Λεκάνης Ανθεμούντα Ν. Θεσ/νίκης
  7. Γεωθερμικό πεδίο χαμηλής ενθαλπίας Ελαιοχωρίων Χαλκιδικής
  8. Γεωθερμικό πεδίο χαμηλής ενθαλπίας Σάνης - Αφύτου Κασσάνδρας
  9. Γεωθερμικό πεδίο χαμηλής ενθαλπίας Αρίστηνου Αλεξανδρούπολης
  10. Γεωθερμικό πεδίο χαμηλής ενθαλπίας Σαππών
  11. Γεωθερμικό πεδίο χαμηλής ενθαλπίας Λίμνης Μητρικού
  12. Γεωθερμικό πεδίο χαμηλής ενθαλπίας Ν. Κεσσάνης Ξάνθης
  13. Γεωθερμικό πεδίο χαμηλής ενθαλπίας Ν. Εράσμιου - Μαγγάνων Ν. Ξάνθης
  14. Γεωθερμικό πεδίο χαμηλής ενθαλπίας Ερατεινό – Καβάλας
  15. Γεωθερμικό πεδίο χαμηλής ενθαλπίας Νέας Απολλωνίας Ν. Θεσσαλονίκης
  16. Γεωθερμικό πεδίο χαμηλής ενθαλπίας Ακροποτάμου Καβάλας
  17. Γεωθερμικό πεδίο χαμηλής ενθαλπίας Νυμφόπετρας Π.Ε. Θεσσαλονίκης
- B. ΑΠΟΚΕΝΤΡΩΜΕΝΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΗΠΕΙΡΟΥ - ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
1. Γεωθερμικό πεδίο χαμηλής ενθαλπίας Συκιών Άρτας
  2. Γεωθερμικό πεδίο χαμηλής ενθαλπίας Αετού Π.Ε. Φλώρινας
- Γ. ΑΠΟΚΕΝΤΡΩΜΕΝΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ - ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
1. Γεωθερμικό πεδίο χαμηλής ενθαλπίας Δαμάστας Ν. Φθιώτιδας
  2. Γεωθερμικό πεδίο χαμηλής ενθαλπίας Λιχάδων - Εύβοιας
- Δ. ΑΠΟΚΕΝΤΡΩΜΕΝΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ, Δ. ΕΛΛΑΔΑΣ & ΙΟΝΙΟΥ
1. Γεωθερμικό πεδίο χαμηλής ενθαλπίας Σουσακίου Ν. Κορινθίας
  2. Γεωθερμικό πεδίο χαμηλής ενθαλπίας Ρίζας - Αντιρίου
- E. ΑΠΟΚΕΝΤΡΩΜΕΝΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΑΙΓΑΙΟΥ
1. Γεωθερμικό πεδίο χαμηλής ενθαλπίας Αργένου νήσου Λέσβου
  2. Γεωθερμικό πεδίο χαμηλής ενθαλπίας Στύψης νήσου Λέσβου
  3. Γεωθερμικό πεδίο χαμηλής ενθαλπίας Πολιχνίτου νήσου Λέσβου
  4. Γεωθερμικό πεδίο χαμηλής ενθαλπίας Νενήτων νήσου Χίου
  5. Γεωθερμικό πεδίο χαμηλής ενθαλπίας νήσου Σαντορίνης
  6. Γεωθερμικό πεδίο χαμηλής ενθαλπίας νήσου Μήλου
  7. Γεωθερμικό πεδίο χαμηλής ενθαλπίας Θυμαίων νήσου Χίου

#### ΕΘΝΙΚΟΥ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΑ ΠΕΔΙΑ

- A. ΑΠΟΚΕΝΤΡΩΜΕΝΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΑΙΓΑΙΟΥ
1. Γεωθερμικό πεδίο υψηλής ενθαλπίας νήσου Μήλου
  2. Γεωθερμικό πεδίο υψηλής ενθαλπίας νήσου Νισύρου

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Andritsos N, A. Arvanitis, P. Dalabakis, C. Karytsas, D. Mendrinos, M. Papachristou, (2013). Geothermal Energy Use, Country Update for Greece. European Geothermal Congress 2013, Pisa, Italy.
- bp, Statistical Review of World Energy, (2021). 70th edition. (<https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-full-report.pdf>).
- Eurostat. Energy, transport and environment statistics, (2020). (<https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/11478276/KS-DK-20-001-EN-N.pdf/06ddaf8d-1745-76b5-838e-013524781340?t=1605526083000>).
- Eurostat. Energy data, (2020). (<https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/11099022/KS-HB-20-001-EN-N.pdf/bf891880-1e3e-b4ba-0061-19810ebf2c64>).
- Eurostat. Archive. Στατιστικές για την ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές (2020, 2021) ([https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg\\_ind\\_ren&lang=en](https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg_ind_ren&lang=en)).
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, (2011). Assessing the effects of economic recoveries on global energy demand and CO<sub>2</sub> emissions in 2021 (<https://iea.blob.core.windows.net/assets/d0031107-401d-4a2f-a48b-9eed19457335/GlobalEnergyReview2021.pdf>).
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (2020, 2021) Key World Energy Statistics. Statistics report ([https://www.petrofed.be/sites/default/files/editor/Key\\_World\\_Energy\\_Statistics\\_2020\\_0.pdf](https://www.petrofed.be/sites/default/files/editor/Key_World_Energy_Statistics_2020_0.pdf)), (<https://iea.blob.core.windows.net/assets/52f66a88-0b63-4ad2-94a5-29d36e864b82/KeyWorldEnergyStatistics2021.pdf>).
- Signanini P., G. Crema, M. DiFazio, (2012). Γεωθερμική Ενέργεια. ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ Κεφ. 4 Γεωθερμική Ενέργεια. Ενεργειακή Αποδοτικότητα και Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας - Υποστήριξη των Ενεργειακών Πολιτικών σε Τοπικό Επίπεδο ENER SUPPLY. Πρόγραμμα Διακρατικής Συνεργασίας για την Νοτιοανατολική Ευρώπη (SEE).
- The Green Tank, (2020). Τεχνολογίες Αποθήκευσης Ενέργειας: Προκλήσεις και Προοπτικές. ([https://thegreentank.gr/wp-content/uploads/2020/12/202012\\_StorageTechnologies\\_GreenTankReport.pdf](https://thegreentank.gr/wp-content/uploads/2020/12/202012_StorageTechnologies_GreenTankReport.pdf)).
- The National Committee for Meeting 20-20-20 Targets and Other Requirements (20-20-20 Committee). Ministry of the Environment, Energy and Climate Change. ([resubmitted\\_nreap\\_greece\\_en.pdf](resubmitted_nreap_greece_en.pdf)).
- Αναστασιάδης Γ., Α. Μιχόπουλος, Α. Μπαλτζή, Χ. Μπουσγολίτης, (2012). Γεωθερμία στην Κεντρική Μακεδονία. Πόρισμα Ομάδας Εργασίας του ΤΕΕ/ΤΚΜ.ΤΕΕ/ΤΚΜ, Θεσ/νίκη.
- Βέττας Ν., S. Danchev, Γ. Μανιάτης, Ν. Παρατσιώκας, (2021). Ο Κρίσιμος Ρόλος του Τομέα Ενέργειας για την Επανεκκίνηση Και τις Αναπτυξιακές Προοπτικές της Ελληνικής Οικονομίας, Απρίλιος 2021. IOBE ([https://www.dianeosis.org/wp-content/uploads/2021/04/energy\\_pp\\_final-1.pdf](https://www.dianeosis.org/wp-content/uploads/2021/04/energy_pp_final-1.pdf)).
- Βέττας Ν., S. Danchev, Γ. Μανιάτης, Ν. Παρατσιώκας, Κ. Βαλάσκας, (2021) IOBE - Ο Τομέας Ενέργειας στην Ελλάδα: Τάσεις, Προοπτικές και Προκλήσεις. ([https://www.dianeosis.org/wp-content/uploads/2021/04/Energy\\_study\\_final-1.pdf](https://www.dianeosis.org/wp-content/uploads/2021/04/Energy_study_final-1.pdf)).



- Γιαννακούρας Ι., Δ. Ζαραβέλα, Α. Μανδρίκα. ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ – ΗΠΙΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ. Προγράμματα Ανοικτών Περιβαλλοντικών Τάξεων «ΚΑΛΛΙΣΤΩ» <http://repository.edulll.gr/edulll/retrieve/4960/1405.pdf>).
- Μεζαρτάσογλου Δ, Κ. Σταμπολής, Α. Κουτρομπούσης, Α. Περέλλης, (2020). Ο Ελληνικός Ενεργειακός Τομέας Ετήσια Έκθεση 2020. Μελέτη IENE (M56). ([https://www.iene.gr/articlefiles/iene\\_meleti\\_2020\\_final1.pdf](https://www.iene.gr/articlefiles/iene_meleti_2020_final1.pdf)).
- Πολύζου Ο., (2007). ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ - ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΤΟΠΙΚΕΣ ΚΟΙΝΩΝΙΕΣ. Διδακτορική Διατριβή, Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων - Μεταλλουργών ΕΜΠ, Αθήνα.
- Τζεφέρης Π., (2015). Γεωθερμία: Η προβληματική του θεσμικού πλαισίου (<https://energypress.gr/news/geothermia-i-provlimatiki-toy-thesmikoy-plaisiyo/>).
- ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, (2019). ΕΘΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΤΟ ΚΛΙΜΑ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ. ([https://ec.europa.eu/energy/sites/default/files/documents/greece\\_draftnecp.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/default/files/documents/greece_draftnecp.pdf)).
- Φυτίκας Μ., (2014). Γεωθερμία, η μεγάλη αγνοούμενη ΑΠΕ στην Ελλάδα. ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ. Σειρά Εισηγήσεων Βιοκλιματικού Σχεδιασμού (Αθήνα, 17-24 Ιανουαρίου 2014). Γεωθερμία στην Ελλάδα Δυναμικό, Εφαρμογές, Προοπτικές.