



NATIONAL OBSERVATORY OF ATHENS
Lofos Nymfon, Thessalon, 11810 Athens, Greece
www.noa.gr



European
Climate Initiative
EUKI

Κείμενο Πολιτικής:

**«Πράσινες» επενδύσεις για ελαχιστοποίηση
εκπομπών αερίων θερμοκηπίου στην Ελλάδα
έως το 2050**

Δρ. Έλενα Γεωργοπούλου
Δρ. Σεβαστιανός Μοιρασγεντής
Δρ. Γιάννης Σαραφίδης
Καθ. Δημήτρης Λάλας
Νίκος Γάκης

Μάιος 2021

Το «Κείμενο πολιτικής: «Πράσινες» επενδύσεις για ελαχιστοποίηση εκπομπών αερίων θερμοκηπίου στην Ελλάδα έως το 2050» συντάχθηκε στο πλαίσιο του έργου «South East Europe Energy Transition Dialogue (SEE ETD)» που χρηματοδοτείται από το Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ).

Η Ομάδα του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (ΕΑΑ) που συνέταξε το παρόν κείμενο αποτελείται από τους:

Δρ. Έλενα Γεωργοπούλου, Κύρια Ερευνήτρια, ΙΕΠΒΑ/ΕΑΑ

Δρ. Σεβαστιανός Μοιρασγεντής, Διευθυντής Ερευνών, ΙΕΠΒΑ/ΕΑΑ

Δρ. Γιάννης Σαραφίδης, Κύριος ερευνητής, ΙΕΠΒΑ/ΕΑΑ

Καθ. Δημήτρης Λάλας, Εξωτερικός Επιστημονικός Συνεργάτης ΕΑΑ

Νίκος Γάκης, Εξωτερικός Επιστημονικός Συνεργάτης ΕΑΑ

Πίνακας περιεχομένων

1	Εισαγωγή	4
2	Σενάρια για το 2050 και απαιτούμενο επίπεδο «πράσινων» επενδύσεων	5
2.1	Το Πράσινο Ενεργειακό Σενάριο (ΠΕΣ) της Ομάδας του ΕΑΑ	5
2.1.1	Παραδοχές	5
2.1.2	Αποτελέσματα	7
2.2	Διαφορές και ομοιότητες μεταξύ ΕΣΕΚ, ΜΣ2050 και ΠΕΣ	10
2.2.1	Εξωγενείς παράμετροι και παραδοχές	11
2.2.2	Πρωτογενής κατανάλωση ενέργειας	12
2.2.3	Τελική κατανάλωση ενέργειας	13
2.2.4	Ηλεκτροπαραγωγή	13
2.2.5	Εκπομπές CO ₂	14
2.2.6	Συνολικές εκπομπές ΑΦΘ	16
2.3	Απαιτούμενες επενδύσεις για την επίτευξη κλιματικής ουδετερότητας το 2050	16
3	Επιπτώσεις στις «πράσινες» επενδύσεις κατά την μετα-COVID εποχή	18
4	Θέματα πολιτικής για την επίτευξη κλιματικής ουδετερότητας	21
5	Συμπερασματικά σχόλια	26
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	27

1 Εισαγωγή

Το φθινόπωρο του 2019, η νέα Ευρωπαϊκή Επιτροπή πρότεινε να υιοθετήσει η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕν) ως μακροπρόθεσμο εμβληματικό όραμά της την απεξάρτηση της οικονομίας της από τον άνθρακα έως το 2050. Με αυτόν τον τρόπο, η ΕΕν θα συμβάλει τόσο στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, που συνιστά τη μεγαλύτερη περιβαλλοντική απειλή, όσο και τη μετάβαση της οικονομίας της ΕΕν σε ένα νέο πρότυπο που θα είναι βιώσιμο από οικονομική και περιβαλλοντική άποψη.

Για να ξεκινήσει η μετάβαση αυτή, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή αποφάσισε να αυξηθεί ο στόχος μείωσης των εκπομπών αερίων φαινομένου του θερμοκηπίου (ΑΦΘ) της ΕΕν το 2030 σε τουλάχιστον 43% σε σύγκριση με το 1990. Επίσης, προχώρησε στην υποβολή προτάσεων ώστε ο στόχος αυτός να ενσωματωθεί στη νομοθεσία, να καθοριστούν πολιτικές και κανονισμοί σε επίπεδο ΕΕν, και να εξεταστεί το κατά πόσο τα Εθνικά Σχέδια για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ) και οι Οδικοί Χάρτες Μακροπρόθεσμης Στρατηγικής για το 2050 (ΜΣ2050) -που έπρεπε να υποβάλουν όλα τα κράτη-μέλη έως το τέλος του 2019- καταφέρνουν αθροιστικά να πετύχουν τον στόχο της ΕΕν για το 2030 και τη μείωση των εκπομπών ΑΦΘ της ΕΕν κατά τουλάχιστον 95% έως το 2050.

Η Ελλάδα υπέβαλε το αναθεωρημένο της ΕΣΕΚ στο τέλος του 2019 (ΥΠΕΝ, 2019), το οποίο περιλαμβάνει τον φιλόδοξο στόχο της πλήρους απολιγνιτοποίησης του ελληνικού ηλεκτρικού συστήματος έως το 2028. Επίσης, στο ΕΣΕΚ υπάρχει η δέσμευση για τουλάχιστον 35% συμμετοχή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) στην τελική κατανάλωση ενέργειας και για 61-64% συμμετοχή ΑΠΕ στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας έως το 2030, βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά 38% ή περισσότερο έως το 2030 (σε σύγκριση με τις προβλέψεις του 2007), και μείωση των εκπομπών ΑΦΘ κατά τουλάχιστον 42% από το 1990 (και 56% από το 2030). Το αναθεωρημένο ΕΣΕΚ αποτελεί πλέον μέρος της εθνικής νομοθεσίας με την Απόφαση 4/ ΦΕΚ 4893Β/ 31-12-2019. Επιπλέον, στις αρχές του 2020, μετά από δημόσια διαβούλευση, η Ελλάδα υπέβαλε στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή τη μακροπρόθεσμη στρατηγική της για το 2050 (εφεξής ΜΣ2050), η οποία περιλαμβάνει έξι σενάρια για το έτος 2050 (ΥΠΕΝ, 2020).

Οι στόχοι του ΕΣΕΚ για το 2030 και ο στόχος των «ανθρακικά ουδέτερων» ενεργειακών συστημάτων έως το 2050 απαιτεί την υλοποίηση πολλών «πράσινων» επενδύσεων κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου. Ωστόσο, υπάρχουν διάφορα εμπόδια στην υλοποίηση αυτή, ενώ η πανδημία Covid-19 πρόσθεσε νέες δυσκολίες. Αναγνωρίζοντας πλήρως αυτό, ο όμιλος ΝΟΑ ετοίμασε το **«Κείμενο Πολιτικής: Πράσινες επενδύσεις για ελαχιστοποίηση εκπομπών αερίων θερμοκηπίου στην Ελλάδα έως το 2050»** ώστε να διερευνήσει την έκταση των πράσινων επενδύσεων που απαιτούνται για την κλιματική ουδετερότητα στην Ελλάδα έως το 2050 και να παρουσιάσει βασικά θέματα πολιτικής που σχετίζονται με την υλοποίησή τους.

Το παρόν κείμενο ξεκινά με τις διάφορες προσομοιώσεις και σενάρια ενεργειακού σχεδιασμού που είναι διαθέσιμα για την περίοδο έως το 2050 στην Ελλάδα, εξετάζοντας τις κύριες διαφορές τους και την επακόλουθη προσπάθεια για δραστική μείωση των εκπομπών ΑΦΘ στην Ελλάδα έως το 2050 (Ενότητα 2). Στη συνέχεια, εξετάζονται οι επιπτώσεις της πανδημίας COVID-19 που έχουν παρατηρηθεί μέχρι τώρα στην εξέλιξη των πράσινων επενδύσεων στη χώρα, εστιάζοντας στον ενεργειακό τομέα, και οι προοπτικές που δημιουργεί το Ελληνικό Ταμείο Ανάκαμψης (Ενότητα 3). Τέλος, επισημαίνονται ορισμένα βασικά ζητήματα πολιτικής που συνδέονται με μια μεγάλης κλίμακας υλοποίηση πράσινων επενδύσεων (Ενότητα 4) και συνοψίζονται οι βασικές κατευθύνσεις περαιτέρω δράσης (Ενότητα 5).

2 Σενάρια για το 2050 και απαιτούμενο επίπεδο «πράσινων» επενδύσεων

2.1 Το Πράσινο Ενεργειακό Σενάριο (ΠΕΣ) της Ομάδας του ΕΑΑ

Η Ομάδα Ενεργειακού Σχεδιασμού και Βιώσιμης Ανάπτυξης του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (ΕΑΑ) έχει αναπτύξει ένα «Πράσινο Ενεργειακό Σενάριο» (εφεξής ΠΕΣ), το οποίο λαμβάνει υπόψη του το ΕΣΕΚ αλλά προσπαθεί να είναι πιο φιλόδοξο σε ρεαλιστικά πλαίσια. Το ΠΕΣ βασίζεται επίσης σε τιμές και διαδρομές εξέλιξης –ιδίως όσον αφορά στις εξωγενείς παραμέτρους– που κατά την κρίση της Ομάδας ΕΑΑ θα μπορούσαν να είναι διαφορετικές αν συνεκτιμηθούν εναλλακτικές μελέτες ή πηγές. Στην κατεύθυνση αυτή, λήφθηκαν υπόψη οι προσομοιώσεις του ελληνικού ενεργειακού συστήματος στο πλαίσιο προηγούμενων έργων, όπως στο έργο SEERMAP που εξέτασε αποκλειστικά τα ηλεκτρικά συστήματα της Νοτιοανατολικής Ευρώπης έως το 2030 (SEERMAP, 2017) και στην έκθεση της WWF σχετικά με τον μακροπρόθεσμο ενεργειακό σχεδιασμό (WWF, 2017) όπου η προσομοίωση του ενεργειακού συστήματος έγινε από την Ομάδα του ΕΑΑ.

2.1.1 Παραδοχές

Στο ΠΕΣ, όπως και στο ΕΣΕΚ και τη ΜΣ2050, ορισμένες παράμετροι έχουν καθοριστεί εξωγενώς. Αυτές περιλαμβάνουν την εξέλιξη α) της τιμής των δικαιωμάτων εκπομπών στο πλαίσιο του Ευρωπαϊκού Συστήματος Εμπορίας Δικαιωμάτων Εκπομπών (EU-ETS) · β) του ΑΕΠ · γ) του πληθυσμού · δ) των διεθνών τιμών των ορυκτών καυσίμων (άνθρακας, πετρέλαιο, φυσικό αέριο) · ε) του κόστους επένδυσης συμβατικών τεχνολογιών ηλεκτροπαραγωγής και ΑΠΕ (Πίνακες 1 και 2).

Πίνακας 1: Εξωγενείς παραδοχές του ΠΕΣ

	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Δημογραφικά χαρακτηριστικά								
Πληθυσμός (σε χιλιάδες)	10858	10825	10657	10480	10302	10123	9931	9705
Μέσο μέγεθος νοικοκυριού (άτομα/νοικοκυριό)	2,63	2,55	2,48	2,40	2,33	2,27	2,20	2,14
Αριθμός νοικοκυριών (χιλιάδες)	4133	4244	4303	4358	4412	4465	4512	4541
Οικονομία								
ΑΕΠ (εκατ. €2015)	177284	192203	210766	230430	251929	271399	285243	299793
Προστιθέμενη Αξία-ΠΑ (εκατ. €2015)	158434	169176	185286	202573	221472	238589	250759	263550
ΠΑ Αγροτικού Τομέα (εκατ. €2015)	6827	7446	8155	8915	9747	10501	11036	11599
ΠΑ Μεταποίησης (εκατ. €2015)	17589	19882	21776	23807	26028	28040	29470	30974
ΠΑ Υπηρεσιών (εκατ. €2015)	130014	136562	149566	163520	178776	192593	202417	212742
Μέσο εισόδημα νοικοκυριών (εκατ. €2015)	122218	128201	140583	153699	168039	181025	190259	199964
Διεθνείς τιμές καυσίμων								
Αργό πετρέλαιο (€2015/GJ)	7,7	9,7	13,4	14,6	16,0	17,1	17,1	17,1
Φυσικό αέριο (€2015/GJ)	7,7	7,1	8,5	9,0	9,4	9,9	9,9	9,9
Άνθρακας (€2015/GJ)	3,9	4,6	4,5	4,6	4,7	4,7	4,7	4,7
Τιμή δικαιωμάτων εκπομπών (€2016/tCO ₂)		15	23	34	42	50	69	88

Πίνακας 2: Κόστος επένδυσης ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή (€/kW)

Τεχνολογίες	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Αιολικά on shore	1350	1295	1228	1161	1085.5	1010	976.5	943
Θαλάσσια αιολικά	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
Φ/B 100 kW	1150	710	686.5	663	591	519	487	454
Φ/B 500 kW	1150	710	687	663	591	519	487	454
Φ/B roof top	1450	1435	1183	930	838	745	678	610
Υδροηλεκτρικά	2300	2300	2300	2300	2300	2300	2300	2300
Γεωθερμία	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000
Βιομάζα	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
Βιοαέριο	2300	2300	2300	2300	2300	2300	2300	2300

Επιπλέον, στο ΠΕΣ έγιναν παραδοχές ανά τομέα που αντικατοπτρίζουν τις πολιτικές προτεραιότητες και χρειάζεται να μεταφραστούν σε συγκεκριμένα μέτρα:

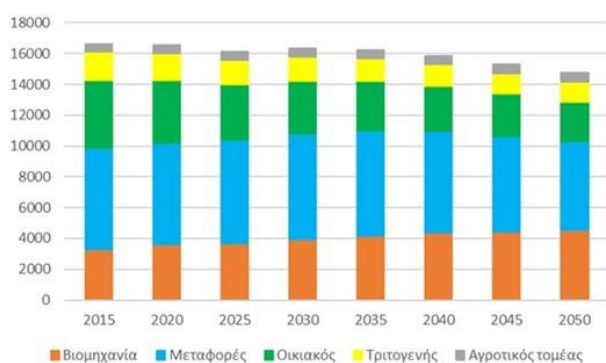
- Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας: Η πρόσθετη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας λόγω αύξησης της χρήσης ηλεκτρισμού στις τελικές χρήσεις καλύπτεται αποκλειστικά από ΑΠΕ. Ζητήματα που σχετίζονται με την ενεργειακή ασφάλεια και προκύπτουν από τη μεταβλητότητα των εγκατεστημένων συστημάτων ΑΠΕ αντιμετωπίζονται είτε με την ανάπτυξη αντλησιοταμίευσης είτε με την εγκατάσταση μπαταριών. Μετά το 2028, όλες οι μονάδες ηλεκτροπαραγωγής με λιγνίτη θα έχουν αποσυρθεί, ενώ οι μονάδες φυσικού αερίου που δεν έχουν ολοκληρώσει τη διάρκεια ζωής τους παραμένουν στο σύστημα, καλύπτοντας κυρίως φορτία αιχμής.
- Κτίρια - οικιακός τομέας: Μέχρι το 2050, όλα τα κτίρια που κατασκευάστηκαν πριν από το 1980 (δηλαδή το έτος έναρξης εφαρμογής του Κανονισμού Θερμομόνωσης) θα έχουν αναβαθμιστεί ενεργειακά (ή θα έχουν κατεδαφιστεί). Αυτές οι αλλαγές θα μειώσουν την κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση ανά κατοικία κατά 40% για επεμβάσεις που έως το 2030, κατά 50% για επεμβάσεις το 2030-2040 και κατά 60% για επεμβάσεις την περίοδο 2040-2050. Επίσης, θα υπάρχει εκτεταμένη χρήση αντλιών θερμότητας για θέρμανση / ψύξη κατοικιών μετά το 2030, και η διείσδυσή τους θα φθάσει το 50-60% των συστημάτων θέρμανσης στη χώρα έως το 2050. Τέλος, όλες οι κατοικίες που θα κατασκευαστούν μετά το 2030 θα είναι κτίρια σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης.
- Κτίρια - τριτογενής τομέας: Όλα τα νέα κτίρια μετά το 2030 θα είναι κτίρια σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης. Επίσης, το 2050 σχεδόν όλες οι ενεργειακές ανάγκες για θέρμανση χώρων θα καλύπτονται από αντλίες θερμότητας.
- Βιομηχανία (ενεργειακές χρήσεις): Σε όλους τους βιομηχανικούς κλάδους η βιομάζα και τα απόβλητα θα αξιοποιηθούν περαιτέρω, αυξάνοντας το μερίδιό τους στο κλαδικό ενεργειακό ισοζύγιο κατά σχεδόν 50% σε σύγκριση με το ΕΣΕΚ. Επιπλέον, σε κλάδους που δεν συμμετέχουν στο EU-ETS ενισχύεται περαιτέρω η χρήση ηλεκτρισμού σε συγκεκριμένες ενεργειακές χρήσεις, με στόχο την αύξηση της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρισμού στη βιομηχανία κατά περίπου 50%. Λόγω της αυξημένης χρήσης ηλεκτρισμού στην τελική ζήτηση (και επομένως της μείωσης υγρών καυσίμων), μετά το 2030 η παραγωγή των διυλιστηρίων θα μειωθεί σταδιακά, φθάνοντας το 2050 στο 50% της τρέχουσας παραγωγής. Επίσης συμπεριλαμβάνονται και μονάδες δέσμευσης και αποθήκευσης άνθρακα (CCS).

- **Μεταφορές:** Στις εμπορευματικές οδικές μεταφορές, το 2050 σχεδόν όλα τα βαρέα και ελαφρά οχήματα θα κινούνται με ηλεκτρισμό. Όσον αφορά τα επιβατικά, το 2050 τα ηλεκτρικά οχήματα θα αντιπροσωπεύουν το 60% του στόλου.
- **Γεωργία (ενεργειακές χρήσεις):** Το 2050 όλες οι ανάγκες άρδευσης θα καλύπτονται από ηλεκτρικά αντλητικά συστήματα.
- **Ηλεκτρικό δίκτυο - Εισαγωγές:** Όλες οι προγραμματισμένες διασυνδέσεις μεταξύ των μεγάλων νησιών και του ηπειρωτικού δικτύου θα ολοκληρωθούν έως το 2030. Οι καθαρές εισαγωγές ηλεκτρικής ενέργειας θα παραμείνουν σε επίπεδα χαμηλότερα από το 2015.
- **Ασφάλεια ενεργειακού δικτύου:** Τα ζητήματα που προκύπτουν από τη μεταβλητότητα των εγκατεστημένων συστημάτων ΑΠΕ θα αντιμετωπιστούν είτε με την ανάπτυξη αντλησιοταμίευσης είτε με την εγκατάσταση μπαταριών. Οι μονάδες φυσικού αερίου που δεν έχουν ολοκληρώσει τη διάρκεια ζωής τους για 30 χρόνια παραμένουν στο σύστημα και, μαζί με δύο νέες μονάδες (μία 804 MW που είναι ήδη υπό κατασκευή και άλλη μια 600 MW που έχει αδειοδοτηθεί), παρέχουν ευελιξία στην κάλυψη της ζήτησης και των φορτίων αιχμής.
- Οι **μπαταρίες** θα συμπληρώνουν την αντλησιοταμίευση αφού εξαντληθεί το μεγαλύτερο μέρος του εγχώριου δυναμικού με ανταγωνιστικό κόστος μετά το 2035.

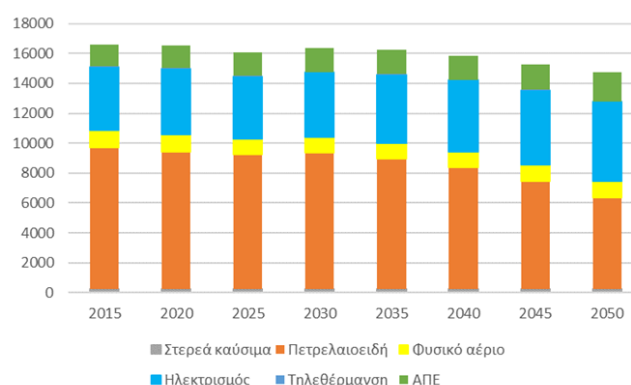
2.1.2 Αποτελέσματα

Στο ΠΕΣ, η **τελική κατανάλωση ενέργειας (Σχήματα 1-2)** μειώνεται, σε σχέση με την υφιστάμενη κατανάλωση, σε όλους τους τομείς τελικής κατανάλωσης εκτός της βιομηχανίας. Η μείωση της κατανάλωσης επιταχύνεται μετά το 2035. Η κατανάλωση ενέργειας στη βιομηχανία αυξάνεται μετά το 2020 (ανάκαμψη της ελληνικής οικονομίας μετά την δεκαετή οικονομική κρίση) και σταθεροποιείται μετά το 2035 ως αποτέλεσμα των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας που έχουν υιοθετηθεί.

Εξετάζοντας την τελική κατανάλωση ενέργειας ανά καύσιμο, προκύπτει ότι η μείωση της κατανάλωσης μετά το 2035 προέρχεται κυρίως από τη μείωση της χρήσης προϊόντων πετρελαίου στις κατοικίες και στις μεταφορές που φτάνει το 50% (2050) σε σχέση με τα σημερινά επίπεδα. Την ίδια περίοδο και μετά το 2035 η χρήση ηλεκτρικής ενέργειας αυξάνεται κατά το ίδιο ποσοστό (50%).



Σχήμα 1: Τελική ζήτηση ενέργειας ανά τομέα (ktoe)

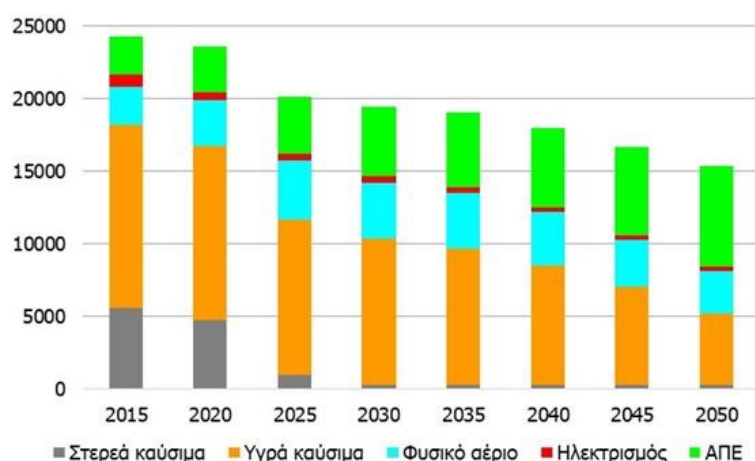


Σχήμα 2: Τελική ενεργειακή ζήτηση ανά καύσιμο (ktoe)

Η συμμετοχή των διαφόρων ενεργειακών μορφών στην **πρωτογενή κατανάλωση ενέργειας** (ΚΠΕ) (**Σχήμα 3**) είναι το αποτέλεσμα του σχετικού κόστους των καυσίμων, που στην πλειονότητά τους εισάγονται, εκτός από τον λιγνίτη που παράγεται εγχώρια και τη χρήση ΑΠΕ. Καθώς η ζήτηση παραμένει σχεδόν σταθερή αλλά η ενεργειακή απόδοση βελτιώνεται, η ΚΠΕ μειώνεται σχεδόν γραμμικά από 23,6 Mtoe το 2020 σε 15,3 Mtoe το 2050. Λαμβάνοντας υπόψη την απόσυρση όλων των μονάδων λιγνίτη εκτός από μία έως το 2023, η πρωτογενής παραγωγή λιγνίτη σταματά επίσης μετά το 2028, όταν η μονάδα Πτολεμαΐδα 5 κλείνει ή αλλάζει καύσιμο. Ταυτόχρονα, η συνεισφορά ΑΠΕ αυξάνεται από 3,17 Mtoe το 2020 σε 6,89 Mtoe έως το 2050, με υψηλότερο ρυθμό αύξησης κατά την περίοδο 2020-2030, ώστε να καλύψει το κενό από την απολιγνιτοποίηση και ομοίως την περίοδο 2040-2050 για την κάλυψη του κενού από την απόσυρση μονάδων φυσικού αερίου που έχουν ολοκληρώσει τον κύκλο ζωής τους.

Οι **εισαγωγές υγρών καυσίμων** μειώνονται από 12 Mtoe το 2020 σε 4,9 Mtoe το 2050, με συνεχώς αυξανόμενο ετήσιο ρυθμό μεταβολής καθώς εξελίσσεται η ηλεκτροκίνηση και η σύνδεση των υπόλοιπων νησιών με το ηπειρωτικό δίκτυο έως το 2030 εξαλείφοντας έτσι τη χρήση τους στην ηλεκτροπαραγωγή.

Οι **εισαγωγές φυσικού αερίου** αυξάνονται από 3,1 Mtoe το 2020 σε σχεδόν 4,1 Mtoe το 2025, καθώς η χρήση του στην παραγωγή ηλεκτρισμού ενισχύεται για να καλυφθεί το κενό από την απόσυρση των λιγνιτικών μονάδων, το οποίο δεν μπορεί να καλυφθεί άμεσα από ΑΠΕ καθώς απαιτείται χρόνος για την ανάπτυξη και τις βελτιώσεις του δικτύου ώστε να τις υποδεχθεί. Μετά το 2025, οι εισαγωγές

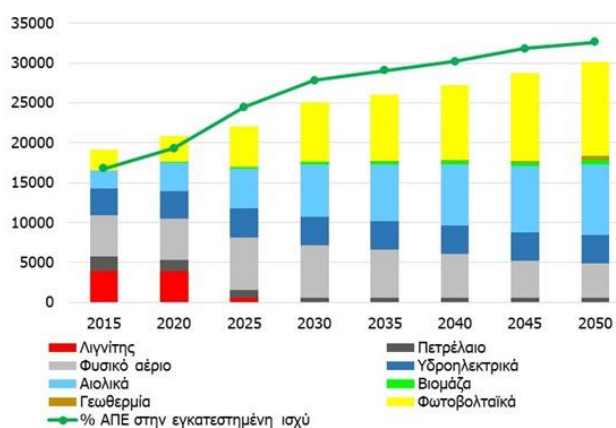


φυσικού αερίου μειώνονται φτάνοντας τα 3 Mtoe έως το 2050.

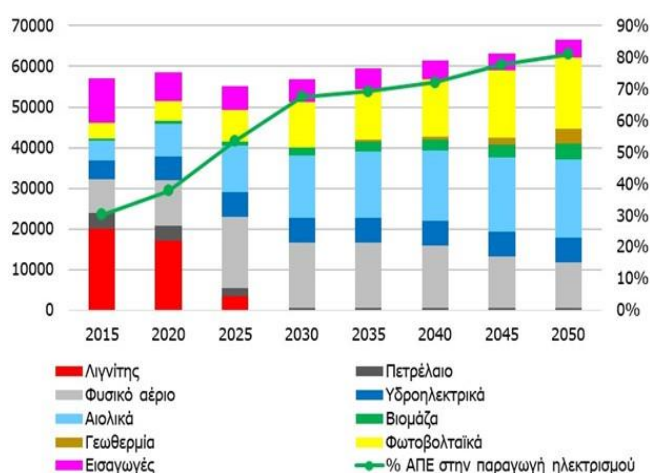
Οι **καθαρές εισαγωγές ηλεκτρικής ενέργειας** μειώνονται από το υψηλό των 855 ktoe το 2019 σε 411 ktoe το 2030 και 300 ktoe μετά το 2045 καθώς οι αγορές συνδέονται και οι διασυνδέσεις επεκτείνονται, επιτρέποντας υψηλές αμφίδρομες ενεργειακές ροές που παρέχουν σταθερότητα δικτύου και ελαχιστοποίηση της διαφοράς τιμών.

Σχήμα 3: Πρωτογενής Κατανάλωση Ενέργειας (ktoe)

Το ΠΕΣ, όπως και το ΕΣΕΚ, απαιτούν μεγάλη συμμετοχή των ΑΠΕ για την κάλυψη της ζήτησης ηλεκτρισμού. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη δραστική αλλαγή στην **εγκατεστημένη ισχύ της ηλεκτροπαραγωγής**, με τις ΑΠΕ να φτάνουν το 85% και το υπόλοιπο 15% να αποτελείται κυρίως από μονάδες φυσικού αερίου (**Σχήμα 4**). Αυτό μεταφράζεται σε 8,8 GW αιολικών και 11,8 GW φωτοβολταϊκών έως το 2050, από 4,01 GW και 3,3 GW αντιστοίχως το 2020. Με χαμηλότερες τιμές για τα φωτοβολταϊκά από αυτές που χρησιμοποιήθηκαν (βλ. Πίνακα 2) και χωρίς περιορισμούς κατά την προσομοίωση για την εξασφάλιση της σταθερότητας του δικτύου, η εγκατεστημένη ισχύς των φωτοβολταϊκών θα μπορούσε να φτάσει τα 18 MW. Αυτό είναι πιθανό καθώς το υφιστάμενο (2020) κόστος φωτοβολταϊκών είναι ήδη σε πολλές περιπτώσεις στα 500 €/kW, δηλαδή χαμηλότερο από τα 710 €/kW του Πίνακα 2 και χαμηλότερο ακόμη και από αυτό του ΕΣΕΚ (550 €/kW). Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από ΑΠΕ φτάνει το 81% του συνόλου το 2050, με το υπόλοιπο να προέρχεται κυρίως από φυσικό αέριο (**Σχήμα 5**).

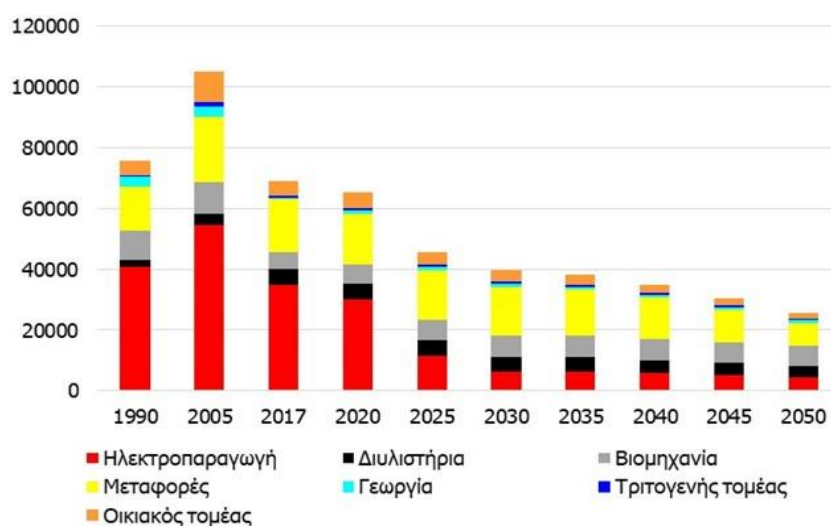


Σχήμα 4: Εγκατεστημένη ισχύς ηλεκτροπαραγωγής (σε MW) και % ΑΠΕ



Σχήμα 5: Παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια (σε GWh) και % ΑΠΕ

Οι εκπομπές ΑΦΘ του ενεργειακού τομέα (Σχήμα 6 και Πίνακας 3) ανέρχονται σε 25,6 Mt CO₂eq, δηλαδή μείωση κατά 67% από το 1990 και κατά 76% από το 2005.



Σχήμα 6: Εκπομπές ΑΦΘ από τον ενεργειακό τομέα (kt CO₂eq)

Πίνακας 3: Εξέλιξη των εκπομπών ΑΦΘ στο ελληνικό ενεργειακό σύστημα έως το 2050.

Τομείς	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Σύνολο εκπομπών ΑΦΘ (Mt CO ₂ eq)	70,3	66,0	46,1	40,2	38,2	34,8	30,4	25,6
CO ₂ (Mt)	67,7	63,7	44,2	38,5	37,0	33,8	29,5	25,0
CH ₄ (Mt)	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01
N ₂ O (Mt)	0,004	0,004	0,003	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002
Ηλεκτροπαραγωγή (Mt CO ₂ eq)	33,0	30,0	11,6	6,1	6,1	5,8	5,1	4,5
Διυλιστήρια (Mt CO ₂ eq)	5,1	5,1	5,1	4,9	4,9	4,2	4,2	3,7
Βιομηχανία (Mt CO ₂ eq)	6,0	6,4	6,7	7,2	7,1	7,2	6,6	6,7
Μεταφορές (Mt CO ₂ eq)	17,2	16,9	16,4	16,1	15,1	13,6	10,8	7,4
Οικιακός (Mt CO ₂ eq)	6,0	4,9	3,9	3,7	3,4	2,6	2,3	1,9
Τριτογενής (Mt CO ₂ eq)	0,9	0,8	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5
Αγροτικός τομέας (Mt CO ₂ eq)	1,1	1,1	1,1	1,1	0,9	0,9	0,9	0,8
Διαφυγές (Mt CO ₂ eq)	1,0	0,8	0,6	0,5	0,2	0,2	0,1	0,0

Ο τομέας των μεταφορών εμφανίζει το μεγαλύτερο μερίδιο συμμετοχής, ακολουθούμενος από τη βιομηχανία (χωρίς τις διεργασίες), που αθροιστικά αντιπροσωπεύουν περισσότερο από το 65% των συνολικών εκπομπών. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ευθύνεται για 4,5 Mt CO₂eq, κυρίως από τις μονάδες φυσικού αερίου και λιγότερο από τις μονάδες ηλεκτροπαραγωγής με πετρέλαιο στα πολύ μικρά νησιά. Η εγκατάσταση Μονάδων Αποθήκευσης Άνθρακα (Carbon Capture and Storage - CCS) σε μονάδες ηλεκτροπαραγωγής με φυσικό αέριο καθώς και σε μεγάλες βιομηχανίες μπορεί να μειώσει τις εκπομπές ΑΦΘ από τον ενεργειακό τομέα σε 14 Mt CO₂eq το 2050, δηλαδή κατά 90% σε σύγκριση με το 2005.

Σύμφωνα με τις πλέον πρόσφατες προβλέψεις για τις εθνικές εκπομπές ΑΦΘ, οι εκπομπές από μη ενεργειακούς τομείς το 2050 υπολογίζονται σε 22,8 Mt CO₂eq. Έτσι, το 2050 οι **συνολικές εθνικές εκπομπές ΑΦΘ**, αν δεν ληφθούν πρόσθετα μέτρα, εκτιμάται ότι θα ανέλθουν σε 48,4 Mt CO₂eq, δηλαδή κατά 53% χαμηλότερες σε σύγκριση με το 1990 (και κατά 64% χαμηλότερες σε σύγκριση με το 2005). Ακόμα και εάν (α) εξαλειφθούν όλες οι εκπομπές ΑΦΘ από μονάδες φυσικού αερίου (4,5 Mt CO₂eq), διυλιστήρια (3,6 Mt CO₂eq) και παραγωγή τσιμέντου (7 Mt CO₂eq), (β) αυξηθεί η χρήση βιοκαυσίμων ώστε να επιτευχθεί επιπλέον μείωση 3,5 Mt CO₂eq και (γ) εφαρμοστούν τα μέτρα που εξετάστηκαν και ποσοτικοποιήθηκαν στο COM (2018) 773 για μείωση των f-αερίων (5,7 Mt CO₂eq), οι νέες συνολικές εθνικές εκπομπές ΑΦΘ το 2050 θα ανέλθουν σε 24,1 Mt CO₂eq, δηλαδή κατά **77% χαμηλότερες σε σύγκριση με το 1990** (και κατά 82% χαμηλότερες σε σύγκριση με το 2005).

Αυτό καταδεικνύει ότι οι υφιστάμενες πολιτικές δεν επαρκούν για την επίτευξη του στόχου του 1,5°C της Συμφωνίας του Παρισιού. Δεδομένου του στόχου της κλιματικής ουδετερότητας έως το 2050, θα πρέπει να εφαρμοστούν προηγμένες πολιτικές και να αξιοποιηθούν νέα καύσιμα / τεχνολογίες με τον βέλτιστο τρόπο. Αυτά περιλαμβάνουν δυνητικά:

- Ριζικές και μαζικές βελτιώσεις της ενεργειακής απόδοσης στα κτίρια
- Αποκλειστική χρήση ηλεκτρισμού στην τελική κατανάλωση ενέργειας (με ηλεκτρισμό παραγόμενο μόνο από ΑΠΕ)
- Περαιτέρω αύξηση των ΑΠΕ στην τελική ζήτηση ενέργειας και στην ηλεκτροπαραγωγή
- Αξιοποίηση τεχνολογιών υδρογόνου / συνθετικών καυσίμων με χρήση ΑΠΕ

Στους μη ενεργειακούς τομείς και για αέρια εκτός του CO₂ μπορεί να είναι αναπόφευκτο -ιδιαίτερα στις εκπομπές από βιομηχανικές διεργασίες- να εφαρμοστούν τεχνολογίες δέσμευσης και αποθήκευσης άνθρακα (CCS) ώστε οι εκπομπές αυτές σχεδόν να μηδενιστούν. Τέλος, είναι επίσης απαραίτητη η μείωση των εκπομπών ΑΦΘ από τη γεωργία και η ενίσχυση των δεξαμενών άνθρακα από τον τομέα των δασών

2.2 Διαφορές και ομοιότητες μεταξύ ΕΣΕΚ, ΜΣ2050 και ΠΕΣ

Είναι χρήσιμο να συγκριθούν τα αποτελέσματα διαφορετικών προσομοιώσεων για την εξέλιξη του ελληνικού ενεργειακού συστήματος και των εκπομπών ΑΦΘ, καθώς αυτή η σύγκριση παρέχει μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα για το μελλοντικό ενεργειακό σύστημα. Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα του ΠΕΣ με το ΕΣΕΚ και τη ΜΣ2050, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι οι πληροφορίες που παρέχονται στο ΕΣΕΚ εκτείνονται έως το 2030 με μόνο ορισμένες παραμέτρους να φθάνουν έως το 2040 (αν και η προσομοίωση προφανώς σαφώς κάλυψε και το 2050). Επιπλέον, η σύγκριση που παρουσιάζεται στη συνέχεια περιορίζεται σε παραμέτρους που είναι κοινές και στις τρεις προσομοιώσεις. Σημειώνεται ότι η ΜΣ2050 (βασισμένη στο μοντέλο PRIMES) ξεκινά ουσιαστικά το 2030, με τιμές παραμέτρων εκκίνησης κοντά -αλλά όχι ίσες- με αυτές του ΕΣΕΚ (που βασίστηκε στα μοντέλα TIMES-MARKAL), και περιλαμβάνει πέντε σενάρια μείωσης εκπομπών:

- **ΕΣΕΚ2050:** Οι κύριες πολιτικές και μέτρα στο ΕΣΕΚ (ενεργειακή απόδοση, ΑΠΕ, ηλεκτροπαραγωγή) συνεχίζονται μετά το 2030, με κάποια επέκταση έως το 2050.
- **ΕΕ2, ΕΕ1.5:** Έμφαση στη χρήση ηλεκτρισμού στην τελική ζήτηση και σε μεγάλες βελτιώσεις της ενεργειακής απόδοσης (συμπεριλαμβανομένων αλλαγών προς την κυκλική οικονομία) για την επίτευξη του στόχου των 2°C και 1,5°C, αντιστοίχως. Τα σενάρια ΕΕ περιλαμβάνουν επίσης μεγάλη ανάπτυξη βιοκαυσίμων και βιοαερίου για την αντικατάσταση των ορυκτών καυσίμων σε τομείς και χρήσεις όπου δεν είναι δυνατή η πλήρης κάλυψη των αναγκών με ηλεκτρισμό.
- **NC2, NC1.5:** Έμφαση στη χρήση νέων ενεργειακών φορέων (π.χ. υδρογόνο, βιοαέριο και συνθετικό μεθάνιο που παράγεται με τρόπο κλιματικά ουδέτερο) για την επίτευξη του στόχου των 2°C και 1,5°C, αντιστοίχως. Τα σενάρια NC περιλαμβάνουν επίσης σημαντική βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και της χρήσης ηλεκτρισμού, αν και σε χαμηλότερα επίπεδα από τα σενάρια ΕΕ.

Όλα τα σενάρια αυτά, καθώς και το ΕΣΕΚ και το ΠΕΣ, ενσωματώνουν τις ακόλουθες προτεραιότητες πολιτικής:

- Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης σε όλους τους τομείς, με έμφαση στην ενεργειακή αναβάθμιση κατοικιών και κτιρίων σε μεγάλη κλίμακα.
- Ανάπτυξη της χρήσης ΑΠΕ σε όλους τους τομείς και ιδιαίτερα στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, μαζί με μηδενικές εκπομπές CO₂ από την καύση στερεών καυσίμων στην παραγωγή ενέργειας.
- Δραστική αύξηση της χρήσης ηλεκτρισμού στις μεταφορές και θερμότητας μαζί με τη μείωση του αποτυπώματος άνθρακα της ηλεκτρικής ενέργειας.
- Ανάπτυξη οικιακών καυσίμων και αερίου βιομάζας με προηγμένες τεχνικές.
- Περαιτέρω επέκταση των διασυνδέσεων για συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου και ολοκλήρωση της σύνδεσης των αγορών στην ευρύτερη περιοχή.

2.2.1 Εξωγενείς παράμετροι και παραδοχές

Δεν υπάρχουν αξιοσημείωτες διαφορές στις παραδοχές για τον πληθυσμό μεταξύ του ΠΕΣ, του ΕΣΕΚ και της ΜΣ2050. Το ίδιο ισχύει και για το ΑΕΠ, εκτός από έναν υψηλότερο ρυθμό ανάπτυξης στη ΜΣ2050 μετά το 2040 (**Πίνακας 4**).

Πίνακας 4: Εξωγενείς παράμετροι

	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
ΑΕΠ (σε εκατ. € το 2010)								
ΠΕΣ	184.800	200.352	219.702	240.199	262.610	282.905	297.336	312.503
ΕΣΕΚ	184.773	200.082	221.662	244.733				
ΜΣ2050				249.063	273.969	299.996	326.996	356.425
Πληθυσμός (1000)								
ΠΕΣ	10.858	10.825	10.657	10.480	10.302	10.123	9.931	9.705
ΕΣΕΚ	10.858	10.691	10.538	10.368				
ΜΣ2050				10.392	10.225	10.046	9.861	9.663

Οι παραδοχές σχετικά με τις διεθνείς τιμές ορυκτών καυσίμων παρουσιάζονται στον **Πίνακα 5**. Οι τιμές του φυσικού αερίου είναι χαμηλότερες στη ΜΣ2050 σε σύγκριση με τα ΠΕΣ και ΕΣΕΚ, ενώ για το αργό πετρέλαιο οι τιμές ΠΕΣ και ΜΣ2050 είναι κοντά και χαμηλότερες από τις τιμές ΕΣΕΚ για το 2020 -2030.

Πίνακας 5: Τιμές ορυκτών καυσίμων

	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Αργό πετρέλαιο [€ 2015 / GJ]								
ΠΕΣ	7,7	9,7	13,4	14,6	16,0	17,1	17,1	17,1
ΕΣΕΚ		11,9	15,8	17,4				
ΜΣ2050	9,6	9,7	12,4	14,4	15,4	16,4	16,9	17,2
Φυσικό αέριο [2015 / GJ]								
ΠΕΣ	7,7	7,1	8,5	9,0	9,4	9,9	9,9	9,9
ΕΣΕΚ		7,8	8,7	9,1				
ΜΣ2050	7,3	6,2	7,2	7,6	7,9	8,4	8,9	9,1

Υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των σεναρίων ΠΕΣ και ΕΣΕΚ και της ΜΣ2050 σχετικά με τις τιμές δικαιωμάτων εκπομπών EU-ETS (**Πίνακας 6**). Στη ΜΣ2050, η τιμή ακολουθεί την εξέλιξη στο ΕΣΕΚ έως το 2030, αλλά αυξάνεται σημαντικά στη συνέχεια, διπλασιαζόμενη σε 5 χρόνια (έως το 2035) και αυτός ο ιδιαίτερα υψηλός ρυθμός αύξησης συνεχίζεται μέχρι το 2050.

Πίνακας 6: Εξέλιξη τιμών δικαιωμάτων εκπομπών (€₂₀₁₆/ tCO₂€) σε ΠΕΣ, ΕΣΕΚ και ΜΣ2050

	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
ΠΕΣ	7.5	20	22.5	33.5	42	50	69	88
ΕΣΕΚ		24	28.8	31.2	43.5	51.7	72	88
ΜΣ2050 (όλα τα σενάρια)		24	28.8	31.2	64	127.5	183	380

Σημειώνεται ότι οι υψηλές αυτές τιμές συμφωνούν με αυτές αυτό της ανάλυσης της Ευρωπαϊκής Επιτροπής στο «Ένας καθαρός πλανήτης για όλους - Ένα ευρωπαϊκό στρατηγικό μακροπρόθεσμο όραμα για μια ευημερούσα, σύγχρονη, ανταγωνιστική και κλιματικά ουδέτερη οικονομία» (COM (2018) 773 - 28 Νοεμβρίου 2018). Ο διπλασιασμός της τιμής δικαιωμάτων εκπομπών εντός 5ετίας θα απαιτήσει πολιτική βούληση για την τροποποίηση του αποθεματικού σταθερότητας της αγοράς (Market Stability Reserve-MSR) του EU-ETS και των κανόνων κατανομής, κάτι που δεν έχει προηγουμένο στην ΕΕν. Τέτοιες υψηλές τιμές επηρεάζουν σημαντικά τον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής (και σε μικρότερο βαθμό τον βιομηχανικό τομέα).

2.2.2 Πρωτογενής κατανάλωση ενέργειας

Η πρωτογενής κατανάλωση ενέργειας στο ΠΕΣ είναι χαμηλότερη σε σύγκριση με εκείνη του ΕΣΕΚ το 2030 καθώς και εκείνης στη ΜΣ2050 το 2050 (**Πίνακας 7**).

Πίνακας 7: Πρωτογενής κατανάλωση ενέργειας (ktoe)

	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050					
	ΠΕΣ και ΕΣΕΚ						ΠΕΣ	ΕΣΕΚ50	EE2	NC2	EE1.5	NC1.5
Σύνολο												
ΠΕΣ	24267	23559	20083	19389	19007	17961	15301					
ΕΣΕΚ		23853	22360	22190	22077	22519						
ΜΣ2050	23600	22800	20000	18600	17400	17000		16000	15600	20800	15600	24000
Στερεά καύσιμα												
ΠΕΣ	5521	4743	968	276	274	269	266					
ΕΣΕΚ		2339	1097	153	181	188						
ΜΣ2050												
Προϊόντα πετρελαίου												
ΠΕΣ	12672	11988	10700	10055	9384	8194	4868					
ΕΣΕΚ		12124	11039	9912	9292	8667						

	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050					
	ΠΕΣ και ΕΣΕΚ						ΠΕΣ	ΕΣΕΚ50	ΕΕ2	NC2	ΕΕ1.5	NC1.5
ΜΣ2050												
Φυσικό αέριο												
ΠΕΣ	2628	3124	4083	3884	3854	3704	2972					
ΕΣΕΚ		5250	4832	4864	4302	4294						
ΜΣ2050	3100	4800	5800	5000	4800	4200		3600	1600	2400	1500	3400
Ηλεκτρισμός												
ΠΕΣ	827	534	441	411	391	341	301					
ΕΣΕΚ		533	425	394	411	429						
ΜΣ2050												
ΑΠΕ												
ΠΕΣ	2619	3171	3891	4763	5104	5454	6895					
ΕΣΕΚ		3608	4966	6868	7891	8942						
ΜΣ2050	2800	3600	4400	6400	7200	9200		11500	13200	17200	14000	19200

2.2.3 Τελική κατανάλωση ενέργειας

Η τελική κατανάλωση ενέργειας (ΤΚΕ) στο ΠΕΣ είναι 16,4 Mtoe το 2030 και 14,7 Mtoe το 2050. Αντιθέτως, η ΤΚΕ (χωρίς τα bunkers και τις αντλίες θερμότητας) στο ΕΣΕΚ είναι 16,3Mtoe το 2030. Στα σενάρια ΜΣ2050, η ΤΚΕ το 2050 είναι χαμηλότερη από αυτήν στο ΠΕΣ, και συγκεκριμένα 13,5 Mtoe στο ΕΣΕΚ50, 10,6 - 12,1 Mtoe στα σενάρια ΕΕ, και 12,2 - 13,0 Mtoe στα σενάρια NC.

Όσον αφορά στο μερίδιο των τομέων, δεν υπάρχουν μεγάλες διαφορές μεταξύ του ΠΕΣ, του ΕΣΕΚ και της ΜΣ2050 όσον αφορά στις μεταφορές (39% στο ΠΕΣ και 38-41% στο υπόλοιπα) και στον οικιακό τομέα (17% στο ΠΕΣ και 22 -25% στα υπόλοιπα). Αυτό δεν ισχύει για τη βιομηχανία, όπου το μερίδιό της είναι πολύ υψηλότερο στο ΠΕΣ (31%, έναντι 19-22% στα υπόλοιπα σενάρια) λόγω του χαμηλότερου δυναμικού εξοικονόμησης ενέργειας που θεωρείται στο ΠΕΣ.

Όσον αφορά στο μερίδιο των καυσίμων (Πίνακας 8), στα 1,5°C σενάρια της ΜΣ2050 η χρήση πετρελαίου και φυσικού αερίου σχεδόν μηδενίζεται για να επιτευχθεί η ανθρακική ουδετερότητα το 2050, ενώ στο ΠΕΣ και στη ΜΣ2050/ ΕΣΕΚ2050 η χρήση ορυκτών καυσίμων το 2050 συνεχίζει να καλύπτει το 53% της τελικής ζήτησης (αν και μειώνεται από περίπου 64-66% το 2030), καθώς τόσο το ΠΕΣ όσο και το ΕΣΕΚ δεν περιλαμβάνουν χρήση συνθετικού αερίου. Αυτό καταδεικνύει την ανάγκη αντικατάστασης αυτού του καυσίμου από ΑΠΕ είτε άμεσα είτε έμμεσα (μέσω της παραγωγής συνθετικών καυσίμων) ή / και με εντονότερη εξοικονόμηση ενέργειας.

Πίνακας 8: Μερίδιο καυσίμων στην τελική κατανάλωση ενέργειας.

	2030		2050					
	ΠΕΣ	ΕΣΕΚ	ΠΕΣ	ΕΣΕΚ2050	ΕΕ2	NC2	ΕΕ1.5	NC1.5
Ηλεκτρισμός	26%	27%	36%	39%	48%	46%	59%	48%
ΑΠΕ (άμεσα)	10%	8%	13%	8%	29%	22%	34%	19%
Συνθετικά καύσιμα	-	-	-	-	1%	17%	1%	30%
Ορυκτά καύσιμα	64%	66%	51%	53%	22%	15%	7%	4%

2.2.4 Ηλεκτροπαραγωγή

Στα ΠΕΣ, ΕΣΕΚ και ΜΣ2050 όλες οι λιγνιτικές μονάδες αποσύρονται μέχρι το 2023, εκτός από την Πτολεμαΐδα V που συνεχίζεται να λειτουργεί μέχρι το 2028. Κατά συνέπεια, οι ΑΠΕ έχουν κεντρικό ρόλο στην παραγωγή ηλεκτρισμού, αποτελώντας το 80-90% της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος έως το 2050 τόσο στο ΠΕΣ όσο και στη ΜΣ2050 (Πίνακας 9). Τα αιολικά και φωτοβολταϊκά παράγουν

το μεγαλύτερο μέρος της ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ το 2050 (35% και 47% αντίστοιχα του συνόλου στο ΠΕΣ, και 44-54% και 22-42% αντίστοιχα του συνόλου στη ΜΣ2050).

Πίνακας 9: Εγκατεστημένη ισχύς ηλεκτροπαραγωγής (GW)

	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050					
	ΠΕΣ και ΕΣΕΚ						ΠΕΣ	ΕΣΕΚ50	ΕΕ2	NC2	ΕΕ1.5	NC1.5
Σύνολο												
ΠΕΣ	19.2	20.3	22.4	25.1	26.0	27.2	30.1					
ΕΣΕΚ		21.1	23.1	26.2								
ΜΣ2050								33	34	54.2	38.8	71.8
Σύνολο ΑΠΕ:												
ΠΕΣ	8.3	10.3	14.2	17.9	19.4	21.1	25.3					
ΕΣΕΚ		10.1	14.5	19								
ΜΣ2050								26.5	28.7	49.9	33.9	63.9

Η διαφορά μεταξύ των σεναρίων NC της ΜΣ2050 και όλων των υπόλοιπων (συμπεριλαμβανομένων των ΕΕ του ΜΣ2050) είναι εντυπωσιακή (σχεδόν διπλάσια) τόσο όσον αφορά στην εγκατεστημένη ισχύ όσο και στην παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από ΑΠΕ (**Πίνακας 10**).

Πίνακας 10: Εγκατεστημένη ισχύς ΑΠΕ (χωρίς H₂ & CH₄) και παραγωγή (και % του συνόλου)

	Εγκατεστημένη παραγωγική ικανότητα (GW)		Παραγωγή (TWh)	
	2030	2050	2030	2050
ΠΕΣ	25,1 (72%)	30,1 (84%)	34,6 (68%)	62,3 (81%)
ΕΣΕΚ	19,1 (73%)		40,6 (67%)	
ΜΣ2050 / ΕΣΕΚ2050	19,1 (73%)	26,5 (80%)	40,6 (67%)	67,7 (89%)
ΜΣ2050 / ΕΕ 2°C		28,7 (84%)		78,5 (93%)
ΜΣ2050 / NC 2°C		49,9 (92%)		121,2 (91%)
ΜΣ2050 / ΕΕ 1,5°C		33,9 (87%)		84,7 (88%)
ΜΣ2050 / NC1,5°C		63,9 (89%)		145,4 (87%)

* Παραγωγή ηλεκτρισμού από ΑΠΕ το 2020: 18.1 TWh (33% του συνόλου)

Η μεγάλη εγκατεστημένη ισχύς ΑΠΕ στα σενάρια NC της ΜΣ2050 χρησιμοποιείται για την παραγωγή υδρογόνου και συνθετικού μεθανίου, τόσο για άμεση χρήση όσο και για χημική αποθήκευση της περίσσειας ενέργειας από ΑΠΕ (η οποία στη συνέχεια χρησιμοποιείται για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας όταν η προσφορά ΑΠΕ είναι χαμηλή). Σε όλα τα σενάρια, η χρήση της αντλησιοταμίευσης είναι περιορισμένη και δεν υπερβαίνει τα 1,7GW (από 0,7GW σήμερα), ενώ οι εγκαταστάσεις ηλεκτρόλυσης στα δύο σενάρια NC φτάνουν τα 15,1GW και τα 23,5GW, αντίστοιχα. Επομένως, μια κύρια διαφορά μεταξύ των σεναρίων NC και όλων των υπολοίπων έγκειται στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία είναι σχεδόν διπλάσια στο πρώτο σε σύγκριση με το δεύτερο, με τη διαφορά να χρησιμοποιείται για την παραγωγή υδρογόνου και μεθανίου (η χρήση των οποίων είναι σχεδόν μηδενική στα υπόλοιπα σενάρια). Το αντίθετο ισχύει όσον αφορά στο φυσικό αέριο και στη βιομάζα (όπου περισσότερο από 40% χρησιμοποιείται για την παραγωγή βιοκαυσίμων και βιοαερίου στο σενάριο NC). Η βιομάζα αυτή (περίπου 450-475ktoe στα σενάρια ΕΕ και NC) παράγεται από ενεργειακές καλλιέργειες και γεωργικά υπολείμματα (περίπου 30%).

2.2.5 Εκπομπές CO₂

Οι συνολικές εκπομπές CO₂ στο ΠΕΣ μειώνονται ελαφρώς περισσότερο από ό, τι στο ΕΣΕΚ και με υψηλότερο ρυθμό μετά το 2030 (βλ. **Πίνακα 11**). Το 2030, το ΠΕΣ έχει χαμηλότερες εκπομπές στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και στις μεταφορές, με τους άλλους τομείς να έχουν μικρές

διαφορές. Το 2050, το ΠΕΣ οδηγεί σε 25,0 MtCO₂ έναντι 19,5 MtCO₂ για το σενάριο ΜΣ2050/ΕΣΕΚ2050 (το οποίο είναι το μόνο που έχει συγκρίσιμες τεχνολογίες με το ΠΕΣ). Τα άλλα τέσσερα σενάρια της ΜΣ2050 δείχνουν πολύ χαμηλότερες εκπομπές CO₂ έως το 2050, και συγκεκριμένα 10 MtCO₂ για τα 2°C σενάρια και ακόμη και αρνητικές εκπομπές για τα 1,5°C σενάρια.

Πίνακας 11: Εκπομπές CO₂ (Mt CO₂) ανά τομέα

	2020	2025	2030	2035	2040	2050					
	ΠΕΣ και ΕΣΕΚ					ΠΕΣ	ΕΣΕΚ50	ΕΕ2	NC2	ΕΕ1.5	NC1.5
ΣΥΝΟΛΟ εκπομπών CO ₂											
ΠΕΣ	63,7	44,2	38,5	37,0	33,8	25,0					
ΕΣΕΚ	60,9	49,2	40.6	38.1	36.2						
ΜΣ2050			42,9				19,5	11,2	10,2	-0,3	-1,0
Μειώσεις εκπομπών από το 1990 (76,89 MtCO ₂)											
ΠΕΣ	17%	42%	50%	52%	56%	68%					
ΕΣΕΚ	21%	36%	47%	50%	53%						
ΜΣ2050			44%				75%	85%	87%	100%	100%
Ηλεκτροπαραγωγή											
ΠΕΣ	29,9	11,5	6,0	6,0	5,7	4,5					
ΕΣΕΚ	22,6	12,7	6,6	4,8	4,0						
ΜΣ2050			7,0				3,0	0,2	1,3	-0,6 **	-0,6 **
Λοιπή ενεργειακή βιομηχανία											
ΠΕΣ	5.1	5.1	4.9	4.9	4.2	3.6					
ΕΣΕΚ	4.7	4.6	4.4	4.3	4.2						
ΜΣ2050			2.5				0,8	0,2	0,1	0,0	0,1
Βιομηχανία (συμπ. CO ₂ από βιομηχανικές διεργασίες)											
ΠΕΣ	6.3	6.7	7.1	7.0	7.1	6.6					
ΕΣΕΚ	9.9	9.4	8.8	8.7	9.0						
ΜΣ2050			11.3				6.6	6.0	4.6	-0.1	-0.6 **
Μεταφορές											
ΠΕΣ	16.3	15.8	15.5	14.6	13.1	7.1					
ΕΣΕΚ	18.1	18.1	17.2	16.1	15.3						
ΜΣ2050			18.8				7.1	3.5	3.0	0.2	0.1
Οικιστικός τομέας											
ΠΕΣ	4.4	3.6	3.4	3.1	2.4	1.9					
ΕΣΕΚ	4.9	3.5	2.9	2.9	2.5						
ΜΣ2050 *			3.2				1.9	1.4	0.6	0.2	0.0
Τριτογενής τομέας & Αγροτικός τομέας											
ΠΕΣ	1.7	1.6	1.6	1.4	1.3	1.2					
ΕΣΕΚ	1.4	1.5	1.4	1.3	1.2						
ΜΣ2050 *											

* Στη δημόσια διαθέσιμη έκδοση της ΜΣ2050, οι εκπομπές CO₂ από τον οικιακό και τριτογενή τομέα και οι εκπομπές ΑΦΘ από τη γεωργία αναφέρονται μαζί.

** Στο σενάριο NC1.5, το CO₂ από βιομηχανικές διεργασίες απορροφάται από βιομάζα (π.χ. μέσω «αναβάθμισης» βιοαερίου σε βιομεθάνιο), οδηγώντας έτσι σε αρνητικές εκπομπές CO₂. Επίσης, τόσο στο NC1.5 όσο και στο ΕΕ1.5, η αποθήκευση άνθρακα (CCS) συνδυάζεται με μονάδες ηλεκτροπαραγωγής με βιομάζα.

Μια πρώτη διαφορά όσον αφορά στις εκπομπές CO₂ το 2050 μεταξύ των σεναρίων έγκειται στις εκπομπές από τις λοιπές ενεργειακές βιομηχανίες (κυρίως διυλιστήρια), οι οποίες στα σενάρια ΜΣ2050 είναι σχεδόν μηδενικές ή μηδενικές, καθώς τα σενάρια αυτά χαρακτηρίζονται από μια εξαιρετικά χαμηλή ζήτηση υγρών ορυκτών καυσίμων. Μία δεύτερη διαφορά έγκειται στις εκπομπές από την ηλεκτροπαραγωγή, καθώς το ΠΕΣ περιλαμβάνει μονάδες φυσικού αερίου χωρίς CCS, ενώ η εγκατεστημένη ισχύς μονάδων ΑΠΕ στο ΠΕΣ είναι χαμηλότερη σε σύγκριση με τα σενάρια ΜΣ2050. Οι σχεδόν μηδενικές εκπομπές CO₂ έως το 2050 στα σενάρια ΜΣ2050 1.5°C επιτυγχάνονται με τη χρήση μονάδων CCS (κυρίως σε μονάδες ηλεκτροπαραγωγής με φυσικό αέριο), με ισχύ 1,2GW και 1,9GW στα σενάρια ΕΕ1.5 και ΝC1.5 αντίστοιχα (απορρόφηση 6,9 και 10 Mt CO₂ αντίστοιχα). Μια τρίτη διαφορά υπάρχει στον βιομηχανικό τομέα, όπου τα σενάρια ΝC περιλαμβάνουν τη χρήση ανθρακικά ουδέτερων συνθετικών καυσίμων.

2.2.6 Συνολικές εκπομπές ΑΦΘ

Όπως αναφέρθηκε στην ενότητα 2.1, ακόμη και αν τα μέτρα που λαμβάνονται υπόψη στο ΠΕΣ συμπληρωθούν με μέτρα για την εξάλειψη των εκπομπών ΑΦΘ από μονάδες ηλεκτροπαραγωγής με φυσικό αέριο, διυλιστήρια και παραγωγή τσιμέντου, για τη μείωση των εκπομπών των f-αερίων και για τη μέτρια αύξηση της χρήσης βιοκαυσίμων, οι συνολικές εκπομπές ΑΦΘ θα ανέλθουν σε περίπου 24 MtCO₂eq το 2050, δηλαδή θα μειωθούν κατά 77% από το 1990 (και κατά 82% από το 2005). Έτσι, η **ανθρακική ουδετερότητα όλης της οικονομίας θα απαιτήσει προηγμένες πολιτικές και νέα καύσιμα/ τεχνολογίες, ενίσχυση των απορροφήσεων άνθρακα από τον τομέα των δασών και ριζικές αλλαγές στον αγροτικό τομέα**. Επίσης, στο βαθμό που τα ορυκτά καύσιμα συνεχίσουν να χρησιμοποιούνται στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, σε λοιπές ενεργειακές βιομηχανίες και σε μονάδες καύσης, και οι πρώτες ύλες στη βιομηχανία που συνοδεύονται από εκπομπές ΑΦΘ δεν αντικατασταθούν πλήρως από ανθρακικά ουδέτερες, η χρήση μονάδων αποθήκευσης άνθρακα (CCS) θα είναι αναπόφευκτη για την επίτευξη μηδενικών ή σχεδόν μηδενικών εκπομπών ΑΦΘ το 2050.

Τα σενάρια της ΜΣ2050 υπογραμμίζουν επίσης την ανάγκη για προηγμένες πολιτικές νέων καυσίμων/ τεχνολογιών. Το 2050, οι εκπομπές ΑΦΘ στο σενάριο ΕΣΕΚ2050 είναι κατά 75% χαμηλότερες από το 1990. Στα σενάρια 2°C, η μείωση εκπομπών ΑΦΘ σε σύγκριση με το 1990 είναι κατά 84-85% χαμηλότερη, ενώ στα δύο σενάρια 1.5°C κατά 95%. Με άλλα λόγια, για τη μείωση των εκπομπών ΑΦΘ κατά 85-95% σε σύγκριση με το 1990, σε αρμονία με τη Συμφωνία του Παρισιού, θα χρειαστεί μια πρόσθετη προσπάθεια που περιλαμβάνει ριζικές αλλαγές σε τεχνολογίες, καύσιμα και συστήματα, και αυτό πλέον της πολύ σημαντικής μείωσης των εκπομπών κατά 75-77%.

2.3 Απαιτούμενες επενδύσεις για την επίτευξη κλιματικής ουδετερότητας το 2050

Το επίπεδο των επενδύσεων που απαιτούνται για την επίτευξη διαφορετικών επιπέδων μείωσης των εκπομπών ΑΦΘ έως το 2050 στην Ελλάδα, όπως εκτιμάται στη ΜΣ2050, παρουσιάζεται στον **Πίνακα 12**. Σημειώνεται ότι οι επενδύσεις στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ενδέχεται να υπερεκτιμώνται σε κάποιο βαθμό καθώς το τρέχον κόστος εγκατάστασης για αιολικά και φωτοβολταϊκά είναι σε πολλές περιπτώσεις χαμηλότερο από αυτά που θεωρούνται στη ΜΣ2050 για το έτος 2030.

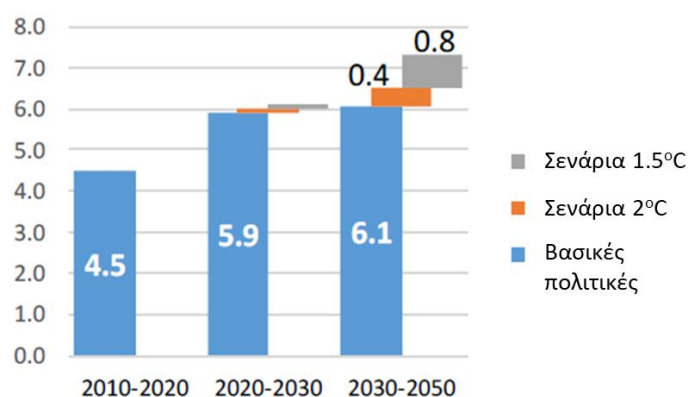
Σημειώνεται ότι το μεγάλο ύψος επενδύσεων στις μεταφορές αφορά στο συνολικό κόστος αγοράς νέων οχημάτων με χαμηλό ανθρακικό αποτύπωμα (κυρίως ηλεκτρικά και υβριδικά) και όχι στο πρόσθετο κόστος από την αγορά συμβατικών οχημάτων. Το **Σχήμα 7**, που παρουσιάζει την εξέλιξη των απαιτούμενων επενδύσεων σε ζήτηση και προσφορά ενέργειας, περιλαμβάνει αυτό το πρόσθετο

κόστος (και κατά συνέπεια τα συνολικά στοιχεία για την ενεργειακή ζήτηση είναι σημαντικά χαμηλότερα από αυτά του Πίνακα 12).

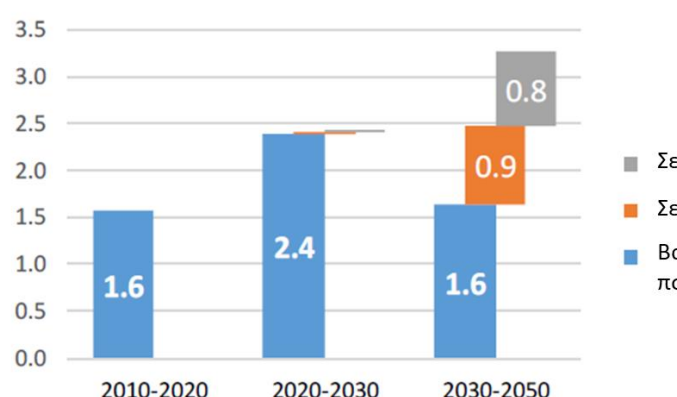
Πίνακας 12: Επενδύσεις την περίοδο 2030-2050 για διαφορετικά επίπεδα μείωσης εκπομπών ΑΦΘ

εκατ. € /έτος	2030-2050						Διαφορά από ΕΣΕΚ-2030					Διαφορά από ΕΣΕΚ2050			
	ΕΣΕΚ-2030	ΕΣΕΚ 2050	EE2	NC2	EE1.5	NC1.5	ΕΣΕΚ 2050	EE2	NC2	EE1.5	NC1.5	EE2	NC2	EE1.5	NC1.5
Βιομηχανία	149	156	310	208	349	397	7	161	59	200	248	154	52	193	241
Οικιακός τομέας - Ενεργειακά αποδοτικά κτίρια	307	455	551	474	839	618	148	244	167	532	311	96	19	384	163
Οικιακός τομέας - Ενεργειακά αποδοτικές συσκευές	3,712	3,688	3,901	3,722	4,550	3,761	-24	189	10	838	49	213	34	862	73
Τριτογενής & Αγροτικός - Ενεργειακά αποδοτικά κτίρια	112	158	183	166	217	208	46	71	54	105	96	25	8	59	50
Τριτογενής & Αγροτικός - Ενεργειακά αποδοτικές συσκευές	1,084	1,038	1,169	1,050	1,231	1,151	-46	85	-34	147	67	131	12	193	113
Μεταφορές - Αγορά μεταφορικών μέσων	12,383	12,938	12,555	13,056	13,062	13,390	555	172	673	679	1,007	-383	118	124	452
Ηλεκτροπαραγωγή	436	516	595	1,287	820	2,002	80	159	851	384	1,566	79	771	304	1,486
Ενεργειακά δίκτυα	873	1,048	1,082	1,135	1,241	1,215	175	209	262	368	342	34	87	193	167
Λοιποί τομείς προσφοράς ενέργειας	187	164	125	553	105	818	-23	-62	366	-82	631	-39	389	-59	654
Σύνολο για ενεργειακά αποδοτικά κτίρια	419	613	734	640	1,056	826	194	315	221	637	407	121	27	443	213
Σύνολο για τελική ζήτηση, εκτός μεταφορών	5,364	5,495	6,114	5,620	7,186	6,135	131	750	256	1,822	771	619	125	1,691	640
Σύνολο τομέων προσφοράς ενέργειας	1,496	1,728	1,802	2,975	2,166	4,035	232	306	1,479	670	2,539	74	1,247	438	2,307
Σύνολο εξαιρουμένων των μεταφορών	6,860	7,223	7,916	8,595	9,352	10,170	363	1,056	1,735	2,492	3,310	693	1,372	2,129	2,947
% του ΑΕΠ, εξαιρουμένων των μεταφορών	1.9%	2.0%	2.2%	2.4%	2.6%	2.9%									
% μείωση εκπομπών ΑΦΘ από το 1990	58%	75%	85%	85%	95%	95%									

Πηγή: ΥΠΕΝ, 2020



(α)



(β)

Σχήμα 7: Μέσες ετήσιες επενδύσεις (δισ € /έτος) σε (α) τελική ζήτηση ενέργειας και (β) ενεργειακή προσφορά για την επίτευξη των στόχων 2°C και 1.5°C (ΥΠΕΝ, 2020)

Από τον Πίνακα 12 και το Σχήμα 7 προκύπτει ότι:

- Ακόμη και η επέκταση των κύριων πολιτικών του ΕΣΕΚ (δηλ. βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, ενίσχυση ΑΠΕ, δραστική αύξηση της χρήσης ηλεκτρισμού στην τελική ζήτηση) έως το 2050 απαιτεί σημαντικές επενδύσεις σε όλη τη διάρκεια της περιόδου, στο επίπεδο των 8,3 δις €/έτος κατά την περίοδο 2020-2030 και 7,7 δις €/έτος την περίοδο 2030-2050.
- Οι επενδύσεις στην τελική ζήτηση ενέργειας (συμπεριλαμβανομένου και του πρόσθετου κόστους για τις μεταφορές) είναι κατά 2,5-3,8 φορές υψηλότερες από εκείνες στην προσφορά ενέργειας. Ωστόσο, αυτή η σχέση μειώνεται σημαντικά στα σενάρια NC που απαιτούν πολύ υψηλότερες επενδύσεις σε ΑΠΕ για την παραγωγή συνθετικών καυσίμων.
- Σε όλα τα σενάρια, οι μεταφορές, ακολουθούμενες από τις βελτιώσεις της ενεργειακής απόδοσης, απαιτούν το μεγαλύτερο τμήμα των επενδύσεων (81-91%).
- Για να μειωθούν οι εκπομπές ΑΦΘ κατά 58-75% σε σύγκριση με το 1990, οι ήδη υψηλές επενδύσεις για μεταφορές που προβλέπονται στο ΕΣΕΚ πρέπει να αυξηθούν περαιτέρω κατά σχεδόν 0,6 δις €/έτος.
- Για να υπάρξει μείωση εκπομπών ΑΦΘ σε επίπεδο υψηλότερο του 75% από το 1990, οι επενδύσεις (συμπεριλαμβανομένου του πρόσθετου κόστους αγοράς μεταφορικών μέσων) πρέπει να αυξηθούν κατά περίπου 1,3 δις €/έτος για τους 2°C και κατά 2,9 δις €/έτος για τη συμμόρφωση με τη συμφωνία του Παρισιού (δηλ. με τον στόχο του 1,5°C).
- Για μειώσεις εκπομπών της τάξης του 85-95%, τα σενάρια NC που ευνοούν τη χρήση νέων ενεργειακών καυσίμων (ιδιαίτερα ανθρακικά ουδέτερων συνθετικών καυσίμων) είναι πιο δαπανηρά, απαιτώντας πρόσθετες επενδύσεις 0,7-0,8 δις €/έτος κατά την περίοδο 2030-2050 σε σύγκριση με τα σενάρια ΕΕ. Αυτό οφείλεται στις μεγάλες επενδύσεις στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και στους υπόλοιπους τομείς προσφοράς ενέργειας στα σενάρια NC.

Συνοπτικά, οι δύο εναλλακτικές οδοί για την επίτευξη ανθρακικής ουδετερότητας έως το 2050 (δηλ. μείωση εκπομπών ΑΦΘ κατά σχεδόν 100% από το 1990) που παρουσιάζονται στη ΜΣ2050 διαφέρουν ως προς τις επενδύσεις και τις απαιτούμενες διαρθρωτικές αλλαγές. Η «διαδρομή βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης» (σενάριο ΕΕ1,5) είναι λιγότερο απαιτητική όσον αφορά στις συνολικές επενδύσεις, αλλά απαιτεί σημαντική προσπάθεια στο επίπεδο της τελικής ζήτησης και βασίζεται σημαντικά στη διαθεσιμότητα βιοκαυσίμων. Από την άλλη πλευρά, η διαδρομή «νέοι φορείς ενέργειας» (σενάριο NC1.5) προσφέρει αποτελεσματική αποθήκευση ενέργειας από ΑΠΕ, αλλά απαιτεί εξαιρετικά υψηλές επενδύσεις στην προσφορά ενέργειας για την παραγωγή αυτών των νέων καυσίμων (κυρίως υδρογόνου και συνθετικού μεθανίου), εγκατεστημένη ισχύ ηλεκτροπαραγωγής το 2050 σχεδόν 3 φορές υψηλότερη από αυτή του ΕΣΕΚ για το 2030 για την παραγωγή υδρογόνου μέσω ηλεκτρόλυσης, και σημαντικές διαρθρωτικές αλλαγές για τη διανομή των νέων αυτών καυσίμων.

3 Επιπτώσεις στις «πράσινες» επενδύσεις κατά την μετα-COVID εποχή

Όπως οι περισσότερες χώρες, η Ελλάδα έχει πληγεί βαθιά από την πανδημία COVID-19. Μέχρι τώρα, η ελληνική κυβέρνηση κατάφερε να περιορίσει τον αριθμό των μολύνσεων και των θανάτων σε σημαντικά χαμηλότερο αριθμό σε σύγκριση με πολλές άλλες χώρες. Αυτό ήταν το αποτέλεσμα μιας σειράς περιοριστικών μέτρων που έχουν επιβληθεί, με διαφορετικά επίπεδα αυστηρότητας. Το πρώτο lockdown, που ήταν το πιο αυστηρό μέχρι σήμερα, διήρκεσε από τα μέσα Μαρτίου έως τον Μάιο του 2020 και ακολούθησε σταδιακή χαλάρωση των περιορισμών κατά τη διάρκεια του

καλοκαιριού. Κάλυπτε σημαντικές δραστηριότητες, όπως τα περισσότερα καταστήματα λιανικής, σχολεία και πανεπιστήμια, εστιατόρια, ξενοδοχεία, μεγάλα τμήματα του δημόσιου και του ιδιωτικού τομέα, και επηρέασε τους περισσότερους πολίτες, εκτός από εκείνους που παρείχαν βασικές υπηρεσίες. Μετά το καλοκαίρι του 2020, όταν οι δραστηριότητες είχαν επιστρέψει σε μία νέα «κανονικότητα», εμφανίστηκε ένα δεύτερο κύμα της πανδημίας και επιβλήθηκε ένα δεύτερο lockdown στις αρχές Νοεμβρίου 2020. Το lockdown αυτό, που συνεχίστηκε μέχρι πολύ πρόσφατα, ήταν λιγότερο αυστηρό από το πρώτο, καθώς η τηλεργασία στον δημόσιο και ιδιωτικό τομέα ήταν υποχρεωτική μόνο για έως και το 50% του προσωπικού, τα καταστήματα λιανικής μπορούσαν να λειτουργούν με διάφορα προγράμματα όπως το click-away και το click-in, και τα σχολεία άνοιξαν σε κάποιον βαθμό. Ωστόσο, από τα τέλη Ιανουαρίου 2021, ένα τρίτο κύμα πανδημίας βρίσκεται σε εξέλιξη και επιβλήθηκε τρίτο αυστηρό lockdown κυρίως σε μεγάλες αστικές περιοχές. Ωστόσο, από τον Απρίλιο 2021, τα περιοριστικά μέτρα έχουν αρχίσει να αίρονται σταδιακά.

Παρά τις σχετικά περιορισμένες επιπτώσεις στη δημόσια υγεία μέχρι στιγμής, το lockdown και τα υπόλοιπα μέτρα αντιμετώπισης που επιβλήθηκαν τόσο στην Ελλάδα όσο και σε άλλες χώρες είχαν σοβαρές αρνητικές επιπτώσεις στην ελληνική οικονομία, η οποία εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τον τουρισμό. Σύμφωνα με τα τελευταία στοιχεία και προβλέψεις του Κέντρου Προγραμματισμού και Οικονομικών Ερευνών (ΚΕΠΕ), το ελληνικό ΑΕΠ το 2020 μειώθηκε κατά 9,9% σε σύγκριση με το προηγούμενο έτος και θα συνεχίσει να μειώνεται (αν και λιγότερο, κατά 3,7%) το πρώτο εξάμηνο του 2021. Ωστόσο, το εξελισσόμενο τρίτο κύμα φέρνει αβεβαιότητα σε αυτές τις προβλέψεις.

Ο ενεργειακός τομέας έχει αναπόφευκτα επηρεαστεί. Η συνολική ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας στο ηπειρωτικό δίκτυο μειώθηκε κατά 4,2% το 2020 σε σύγκριση με το 2019, με τις εποχιακές μεταβολές να είναι πολύ πιο έντονες (δηλ. μείωση έως και 13,5% κατά το πρώτο lockdown και έως 7,1% τον Αύγουστο του 2020 λόγω της σημαντικά χαμηλότερης τουριστικής δραστηριότητας) (ΑΔΜΗΕ, 2020). Η κατανάλωση πετρελαϊκών προϊόντων στις μεταφορές μειώθηκε επίσης κατά το lockdown, ιδίως στις οδικές μεταφορές, όπου η μείωση τον Απρίλιο του 2020 ανήλθε σε 41% σε σύγκριση με το προηγούμενο έτος. Αυτές οι μεταβολές της ζήτησης, σε συνδυασμό με άλλους παράγοντες, επηρέασε τις τιμές ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου. Παρόλο που οι προαναφερθείσες επιπτώσεις προκλήθηκαν σε μεγάλο βαθμό από τα περιοριστικά μέτρα, δεν είναι σαφές πώς θα αλλάξει η ζήτηση και η προσφορά ενέργειας μόλις τελειώσει η πανδημία COVID-19. Ορισμένες οικονομικές δραστηριότητες ενδέχεται να μην ανακάμψουν πλήρως, ενώ κάποιες αλλαγές στην αγορά εργασίας όπως η τηλεργασία ενδέχεται να συνεχιστούν σε μεγάλο βαθμό (ιδιαίτερα σε μεγάλες ιδιωτικές εταιρείες) λόγω των οικονομικών τους πλεονεκτημάτων. **Τυχόν μόνιμες μεταβολές στην κινητικότητα των πολιτών και των εργαζομένων καθώς και στις επιχειρηματικές δραστηριότητες,** θα επηρεάσουν τη ζήτηση και την προσφορά ενέργειας και κατά συνέπεια την εξέλιξη των εκπομπών ΑΦΘ και την απαιτούμενη προσπάθεια για ανθρακική ουδετερότητα έως το 2050.

Ένας άλλος παράγοντας στο πλαίσιο της πανδημίας COVID-19 που μπορεί να έχει αντίκτυπο στις επενδύσεις για την επίτευξη σχεδόν μηδενικών εκπομπών ΑΦΘ είναι η **οικονομική υποστήριξη που παρέχεται για την επανεκκίνηση της οικονομίας** μέσω των ακόλουθων κύριων πηγών:

- α) Υποστήριξη που παρέχεται από το Υπουργείο Ανάπτυξης (ανακοινώθηκε τον Μάιο του 2020) σε έργα στον τομέα της ενέργειας, των υποδομών ζωτικής σημασίας και της κυκλικής οικονομίας, τα οποία αναμένεται να φτάσουν τα 3,7 δισ. ευρώ με μόχλευση. Η υποστήριξη έχει ως επί το πλείστον τη μορφή εγγυήσεων δανείων και δανείων με ελκυστικούς όρους. Σημειώνεται ότι ένας από τους στόχους της υποστήριξης αυτής είναι η μετάβαση το συντομότερο δυνατό σε μια οικονομία χαμηλού περιβαλλοντικού αποτυπώματος.

- β) Εσοδα από την πώληση του 49% του ΔΕΔΔΗΕ και την πώληση της ΔΕΠΑ Εμπορίας προορίζονται για την αναβάθμιση και επέκταση των ηλεκτρικών και εθνικών δικτύων φυσικού αερίου αντίστοιχα.
- γ) Το πακέτο «Ανάκαμψης και Ανθεκτικότητας» ύψους 750 δις. € που πρότείνει η Ευρωπαϊκή Επιτροπή στις 29 Μαΐου 2020, το οποίο προβλέπει 31 δις € για την Ελλάδα (εκ των οποίων περίπου 18 δις € υπό μορφή επιδοτήσεων και 13 δις € υπό μορφή δανείων). Προκειμένου να παράσχει καθοδήγηση σχετικά με τις προτεραιότητες και τις δομές για τη χρήση του χρηματοδοτικού αυτού πακέτου, η ελληνική κυβέρνηση δημιούργησε μια επιτροπή οικονομολόγων με επικεφαλής τον βραβευμένο με Νόμπελ Καθ. Πισσαρίδη. Η επιτροπή συνέταξε μια έκθεση, τη λεγόμενη «Έκθεση Πισσαρίδη», η οποία δημοσιεύθηκε στα μέσα Νοέμβριο 2020. Σε αυτήν, προτείνεται μια σειρά από 15 δράσεις στον ενεργειακό τομέα, συμπεριλαμβανομένης της ενίσχυσης των διασυνδέσεων ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου με γειτονικά χώρες · ψηφιοποίηση και αναβάθμιση ενεργειακών δικτύων για την αύξηση της ευελιξίας του ενεργειακού συστήματος · διασφάλιση της βιωσιμότητας και της ρευστότητας του μηχανισμού για τη χορήγηση επιχειρησιακής υποστήριξης σε μονάδες ηλεκτροπαραγωγής με ΑΠΕ · ανάπτυξη στρατηγικής για την ανακαίνιση κτιρίων στον οικιακό και τριτογενή τομέα · και βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των δημόσιων κτιρίων. Ωστόσο, η έκθεση Πισσαρίδη δεν προτείνει μέτρα για την υποστήριξη ενεργειακών κοινοτήτων και καταναλωτών, για την ενθάρρυνση μιας ενεργειακά αποδοτικότερης συμπεριφοράς των καταναλωτών και για την κυκλική οικονομία. Σημειώνεται επίσης ότι το κόστος όλων αυτών των μέτρων δεν έχει ακόμη προσδιοριστεί. Στις 31 Μαρτίου 2021, η κυβέρνηση δημοσιοποίησε το σχέδιό της για τη χρήση των κεφαλαίων ανάκαμψης και ανθεκτικότητας, που ακολούθησε τις συστάσεις Πισσαρίδη και φάνηκε να τηρεί την δέσμευση της διάθεσης 37% των πόρων για μέτρα στήριξης της «πράσινης» μετάβασης. Έτσι, 6,03 δις € (φτάνοντας συνολικά 10,4 δις € με μόχλευση) προορίζονται για τη Μετάβαση σε ένα νέο, φιλικό προς το περιβάλλον ενεργειακό μοντέλο (1200 εκατ. € από το Ταμείο Ανάκαμψης και 2574 εκατ. € συνολικοί επενδυτικοί πόροι που αναμένεται να κινητοποιηθούν), για την Ενεργειακή αναβάθμιση του κτιριακού αποθέματος της χώρας και τη χωροταξική μεταρρύθμιση (2544 εκατ. € από το Ταμείο Ανάκαμψης και 4279 εκατ. € συνολικά), για τη Μετάβαση σε ένα πράσινο και βιώσιμο σύστημα μεταφορών (520 εκατ. € από το Ταμείο Ανάκαμψης και 1197 εκατ. € συνολικά), και για την Αειφόρο χρήση των πόρων, ανθεκτικότητα στην κλιματική αλλαγή και διατήρηση της βιοποικιλότητας (1762 εκατ. € από το Ταμείο Ανάκαμψης και 2345 εκατ. € συνολικά).

Ωστόσο, από τα 6,03 δις € επιδοτήσεων, μόνο τα 2,7 δις € είναι άμεσα δεσμευμένα για δράσεις στον ενεργειακό τομέα, ενώ επιπλέον 225 εκατ. € ενδέχεται να υποστηρίξουν δράσεις μείωσης εκπομπών ΑΦΘ.

Συνολικά, η μετα-Covid εποχή μπορεί να προσφέρει υποστήριξη για τη μετάβαση της χώρας σε σχεδόν μηδενικές εκπομπές ΑΦΘ έως το 2050 μέσω της σωστής και επαρκούς κατανομής των κεφαλαίων ανάκαμψης, αλλά το αναμενόμενο επίπεδο οικονομικής στήριξης με τη μόχλευση που ανακοινώθηκε μέχρι στιγμής είναι πολύ μικρό σε σύγκριση με τις απαιτούμενες επενδύσεις για την επίτευξη ανθρακικής ουδετερότητας. Επιπλέον, η οικονομική ανάκαμψη της χώρας δεν θα είναι άμεση, και αυτό θα περιορίσει τη διαθεσιμότητα δημόσιων πόρων βραχυπρόθεσμα έως μεσοπρόθεσμα. Τέλος, δεν πρέπει να παραβλέψουμε τις πιθανές μακροπρόθεσμες επιπτώσεις της πανδημίας COVID-19 στην οικονομία και ιδίως στις μεταφορές και στην κινητικότητα, καθώς και στον οικιακό και τριτογενή τομέα, που θα επηρεάσουν ενδεχομένως την ενεργειακή ζήτηση και κατά συνέπεια τη μείωση εκπομπών ΑΦΘ.

4 Θέματα πολιτικής για την επίτευξη κλιματικής ουδετερότητας

Η απανθρακοποίηση της ελληνικής οικονομίας πρέπει να υποστηριχθεί από ένα συνεκτικό σύνολο πολιτικών στους τομείς της προσφοράς, μεταφοράς-διανομής και τελικής ζήτησης ενέργειας, της γεωργίας και της δασοπονίας, της βιομηχανίας, του χωροταξικού και αστικού σχεδιασμού, της χρηματοδότησης και της διοίκησης.

Λαμβάνοντας υπόψη το επίπεδο των αναγκαίων επενδύσεων και τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά των εναλλακτικών διαδρομών για την επίτευξη ανθρακικής ουδετερότητας έως το 2050, όπως παρουσιάστηκαν στην ενότητα 2, η Ομάδα του ΕΑΑ θεωρεί ότι μια στρατηγική βασισμένη σε μια μεγάλης κλίμακας χρήση υδρογόνου και συνθετικού μεθανίου όπως στα σενάρια NC της ΜΣ2050 δεν είναι ορθολογική καθώς απαιτεί τη μεγέθυνση του υφιστάμενου συστήματος ηλεκτροπαραγωγής σχεδόν κατά 3 φορές προκειμένου να υποστηριχθεί η παραγωγή των νέων αυτών καυσίμων. Αντίθετα, κρίνεται προτιμότερη μια στρατηγική που θα βασίζεται σε μεγάλης κλίμακας ριζικές βελτιώσεις της ενεργειακής απόδοσης σε όλους τους τομείς, καθώς θα απαιτεί ένα ηλεκτρικό σύστημα όχι υπερβολικού μεγέθους και επομένως χαμηλότερες επενδύσεις, ενώ θα δίνει τη δυνατότητα ενεργούς συμμετοχής όλων των εμπλεκόμενων φορέων και πολιτών στην προσπάθεια της «πράσινης» μετάβασης της οικονομίας. Έτσι, οι παρατηρήσεις που ακολουθούν σχετικά με θέματα πολιτικής εστιάζουν σε αυτήν την στρατηγική.

Τελική ζήτηση ενέργειας

- Οι μαζικές και ριζικές βελτιώσεις της ενεργειακής απόδοσης στα κτίρια απαιτούν την άρση των τεχνικών, νομικών και οικονομικών εμποδίων, ιδίως για τα υφιστάμενα και παλαιά κτίρια κατοικιών.
- Πρέπει να δοθούν σημαντικά οικονομικά κίνητρα για την εφαρμογή βελτιώσεων ολόκληρου του κτιρίου και όχι μόνο μεμονωμένων κατοικιών (διαμερισμάτων), καθώς αυτό εξασφαλίζει οικονομίες κλίμακας και αποτελεσματικότερη απόδοση των μέτρων.
- Ο Κώδικας Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων και οποιαδήποτε άλλη σχετική νομοθεσία πρέπει να αναθεωρούνται με συνέπεια και να ενημερώνονται τακτικά για να προάγουν τη μετατροπή των υφιστάμενων κτιρίων σε κτίρια σχεδόν μηδενικών εκπομπών ΑΦΘ, λαμβάνοντας επίσης υπόψη την εξέλιξη των τεχνολογιών και των υλικών.
- Η χρήση ενεργειακά αποδοτικών συσκευών πρέπει να καταστεί υποχρεωτική σε ολόκληρο τον δημόσιο και ευρύτερο δημόσιο τομέα, ιδίως σε χρήσεις υψηλής ενεργειακής έντασης, και πρέπει να προωθηθεί περαιτέρω μέσω «πράσινων» προμηθειών.
- Οι αντλίες θερμότητας αποτελούν βασικό μέτρο για την δραστική αύξηση της χρήσης ηλεκτρισμού στην τελική ζήτηση για την επίτευξη σχεδόν μηδενικών εκπομπών ΑΦΘ, ανεξάρτητα από τα σενάρια ενεργειακού σχεδιασμού. Επομένως, λαμβάνοντας υπόψη το κόστος αγοράς τους, η διείσδυσή τους στον οικιακό και τριτογενή τομέα πρέπει να υποστηριχθεί μέσω συγκεκριμένων και αποτελεσματικών χρηματοοικονομικών μέτρων (π.χ. εκπτώσεις φόρου) ώστε να καταστούν προσιτά για τους καταναλωτές.
- Η κυκλική οικονομία πρέπει να προωθηθεί ενεργά στη βιομηχανία, καθώς προσφέρει τη δυνατότητα μείωσης των πρώτων υλών που απαιτούν ενέργεια για την παραγωγή τους και κατά συνέπεια των εκπομπών ΑΦΘ μέσω της ανακύκλωσης. Επίσης, η χρήση αποβλήτων για παραγωγή ενέργειας στη βιομηχανία θα πρέπει να εξετάζεται συστηματικά, λαμβάνοντας υπόψη όλο το εύρος των πιθανών περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τέτοιες πρακτικές και πιθανές

τεχνολογίες μείωσης. Στο πλαίσιο αυτό, είναι επιτακτική ανάγκη οι μεγάλες βιομηχανίες και τα βιομηχανικά πάρκα να αναπτύξουν σχέδια για την κυκλική οικονομία και η εφαρμογή τους να υποστηριχθεί από τη διοίκηση και με αποτελεσματικά χρηματοοικονομικά μέσα. Απαιτείται επίσης ένας μηχανισμός παρακολούθησης για την αξιολόγηση και εφαρμογή πρακτικών κυκλικής οικονομίας στη βιομηχανία και για την υιοθέτηση συμπληρωματικών μέτρων όπου χρειάζεται.

- Η δραστική αύξηση της χρήσης ηλεκτρισμού στον τομέα των μεταφορών είναι κομβικής σημασίας για την επίτευξη σχεδόν μηδενικών εκπομπών ΑΦΘ έως το 2050. Ως εκ τούτου, είναι επιτακτική η διείσδυση σε μεγάλη κλίμακα ηλεκτρικών και plug-in υβριδικών οχημάτων στις οδικές μεταφορές. Ένα σημαντικό εμπόδιο όμως είναι το αρχικό τους κόστος, που επί του παρόντος παραμένει υψηλότερο από αυτό των συμβατικών οχημάτων. Στην Ελλάδα, το μόνο μέσο που έχει μέχρι στιγμής αποδειχθεί αποτελεσματικό για την ανανέωση του στόλου των οχημάτων είναι η επιδότηση του κόστους αγοράς κατά τουλάχιστον 30% και θα πρέπει να εξεταστεί ξανά για αυτόν τον τύπο οχημάτων. Στον δημόσιο τομέα, συστήματα όπως οι ESCOs ή η σύμπραξη ιδιωτικού-δημόσιου τομέα θα μπορούσαν να διευκολύνουν την αύξηση της χρήσης ηλεκτρισμού στις δημόσιες οδικές μεταφορές. Η ταχεία ανάπτυξη σταθμών φόρτισης, τόσο σε αστικές περιοχές όσο και σε αυτοκινητόδρομους, αποτελεί προϋπόθεση για την ταχεία διείσδυση του ηλεκτρισμού στις οδικές μεταφορές. Στις μεγάλες πόλεις πρέπει να δίνεται η δυνατότητα κοινής χρήσης ηλεκτρικών αυτοκινήτων (car-sharing) για απλή διαδρομή (one-way), ακολουθώντας τα επιτυχημένα παραδείγματα πρωτοπόρων ευρωπαϊκών πόλεων (π.χ. Παρίσι), καθώς με τον τρόπο αυτό μπορεί να μειωθεί η κατανάλωση ενέργειας για μετακινήσεις σε μικρές αποστάσεις και το μοντέλο αυτό να αποτελέσει ένα από παράδειγμα προσπάθειας για επίτευξη ανθρακικής ουδετερότητας.
- Καθώς δεν είναι δυνατή η πλήρης μετατροπή όλων των μέσων μεταφοράς σε ηλεκτρικά, τα υπόλοιπα πρέπει να χρησιμοποιούν καύσιμα μηδενικών εκπομπών ΑΦΘ. Τα βιοκαύσιμα θα αποτελέσουν ένα σημαντικό τμήμα του ενεργειακού μείγματος προς την κατεύθυνση αυτή, και ως εκ τούτου θα πρέπει να ξεπεραστούν τα κύρια εμπόδια στη διείσδυσή τους, δηλαδή οι χρήσεις γης και η απροθυμία των αγροτών. Η ανάπτυξη των βιοκαυσίμων θα πρέπει να πραγματοποιηθεί σε περιοχές που έχουν επιλεγεί και διατεθεί για τις καλλιέργειες αυτές, μετά από ενδελεχή αξιολόγηση των τοπικών περιβαλλοντικών και κοινωνικοοικονομικών επιπτώσεων. Επίσης, πρέπει να αναπτυχθεί νομοθεσία για τις χρήσεις γης που να υποστηρίζει αυτήν τη νέα χρήση, και επίσης να αναπτυχθούν κατάλληλες δομές παρακολούθησης για την εφαρμογή της με συμμετοχή των τοπικών και περιφερειακών αρχών. Επιπλέον, η παραγωγή βιοκαυσίμων σε βιομηχανική κλίμακα απαιτεί να ληφθεί υπόψη και να αντιμετωπιστεί αποτελεσματικά ο κατακερματισμός του γεωργικού κλήρου στην Ελλάδα (π.χ. με μέτρα για την ενίσχυση της ενοποίησης των γεωργικών γαιών). Ακόμα, καθώς τα βιοκαύσιμα παραμένουν ο μόνος δυνατός τρόπος (εάν η χρήση υδρογόνου και άλλων συνθετικών καυσίμων δεν ληφθεί υπόψη) για την κάλυψη των μεταφορικών αναγκών των ελληνικών νησιών με σχεδόν μηδενικές εκπομπές ΑΦΘ, η χρήση τους στις θαλάσσιες αυτές μεταφορές θα πρέπει να αποτελεί πρωταρχικό στόχο, μεταξύ άλλων μέσω της χρήσης κατάλληλων χρηματοοικονομικών μέσων.
- Εκτός από την δραστική αύξηση της χρήσης ηλεκτρισμού και εναλλακτικών καυσίμων και δεδομένου του πολύ περιορισμένου σιδηροδρομικού δικτύου, απαιτείται προσπάθεια για την ενθάρρυνση της μετάβασης από ιδιωτικά οχήματα σε συστήματα μαζικής μεταφοράς που θα πρέπει να επεκταθούν, και των ήπιων τρόπων μετακίνησης (περπάτημα, ποδήλατο) στις αστικές περιοχές.

Μεταφορά και διανομή ηλεκτρισμού

- Η ολοκλήρωση της αναβάθμισης των ηλεκτρικών δικτύων είναι πρωταρχικής σημασίας για τη μετάβαση σε μια οικονομία μηδενικών εκπομπών άνθρακα.

Προσφορά ενέργειας

- Η μεγάλη διείσδυση των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή είναι ένα από τα σημαντικότερα μέτρα για την επίτευξη μηδενικών εκπομπών ΑΦΘ. Προκειμένου οι ΑΠΕ να είναι ανταγωνιστικές θα πρέπει να διασφαλιστεί η συνεχής αποτελεσματική λειτουργία του Ευρωπαϊκού Συστήματος Εμπορίας Δικαιωμάτων Εκπομπών.
- Δεδομένου του διαλείποντος χαρακτήρα της αιολικής και της ηλιακής ενέργειας, απαιτείται διεξοδικός προγραμματισμός για την αποθήκευση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ΑΠΕ. Στην κατεύθυνση αυτή, η αντλησιοταμίευση πρέπει να αξιοποιηθεί όσο το δυνατόν περισσότερο. Επίσης, πρέπει να αναπτυχθεί ένα σχέδιο για την εκμετάλλευση διαφορετικών τύπων μπαταριών, συμπεριλαμβανομένων συστημάτων αποθήκευσης μπαταριών σε μονάδες ηλεκτροπαραγωγής (IRENA, 2019) που έχουν ήδη αξιοποιηθεί στην Αυστραλία, στη Γερμανία, στην Ιταλία, στο Ηνωμένο Βασίλειο, στις ΗΠΑ και στην Ιαπωνία. Αυτός ο σχεδιασμός πρέπει να είναι συνεπής με και να υποστηρίζεται από τον σχετικό σχεδιασμό στον τομέα των μεταφορών, καθώς οι μπαταρίες αυτοκινήτων αποτελούν μια πρόσθετη επιλογή. Ο ρυθμός εκμετάλλευσης των μπαταριών για σκοπούς αποθήκευσης θα πρέπει να συμβαδίζει με τον ρυθμό διείσδυσης ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή ώστε να εξασφαλίζεται η σταθερότητα του δικτύου.
- Η μεγάλη ανάπτυξη εγκαταστάσεων ΑΠΕ ενδέχεται να ενισχύσει τις κοινωνικές αντιδράσεις σε τοπικό επίπεδο. Είναι επιτακτική ανάγκη να πεισθούν οι τοπικοί φορείς και πολίτες, μέσω εκστρατειών για την εκπαίδευση των τοπικών κοινοτήτων και την αντιμετώπιση της παραπληροφόρησης. Η ενημέρωση αυτή θα πρέπει να πραγματοποιείται από δημόσιους και ιδιωτικούς φορείς αναγνωρισμένου κύρους, με την υποστήριξη της κρατικής διοίκησης.
- Η ανάπτυξη των ΑΠΕ δεν πρέπει να περιορίζεται σε μεγάλα έργα, αλλά θα πρέπει επίσης να περιλαμβάνει και μικρότερα ώστε να δημιουργηθεί ένα πιο αποκεντρωμένο σύστημα και να υπάρξει μεγαλύτερη συμμετοχή των τοπικών κοινοτήτων και να καμφθούν αντιρρήσεις που δεν έχουν επιστημονική βάση. Επίσης, πρέπει να παρασχεθούν συγκεκριμένα κίνητρα για την ανάπτυξη των ΑΠΕ από ενεργειακές κοινότητες (ιδίως στις περιοχές απολιγνιτοποίησης), καθώς οι τελευταίες μπορούν να αυξήσουν την αποδοχή των ΑΠΕ και τη συμμετοχή των πολιτών.
- Χρειάζεται να αναπτυχθούν καινοτόμα επιχειρηματικά μοντέλα στις αγορές ηλεκτρικής ενέργειας ώστε να στηριχθεί η διείσδυση των ΑΠΕ σε μεγάλη κλίμακα, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που περιλαμβάνουν «αθροιστές» (aggregators) (π.χ. συνδυασμός αθροιστή-προμηθευτή ή συνδυασμός αθροιστή-παρόχου εξισορρόπησης), επιχειρηματικά μοντέλα για ενεργειακές επιχειρήσεις (π.χ. Cooperative Energy Utility, Prosumer Energy Utility, Prosumer Facilitator) κ.ά. (Rövekamp et al, 2021; Bryant et al, 2018; Verhaegen and Dierckxsens, 2016).

Θέματα οριζόντιου χαρακτήρα

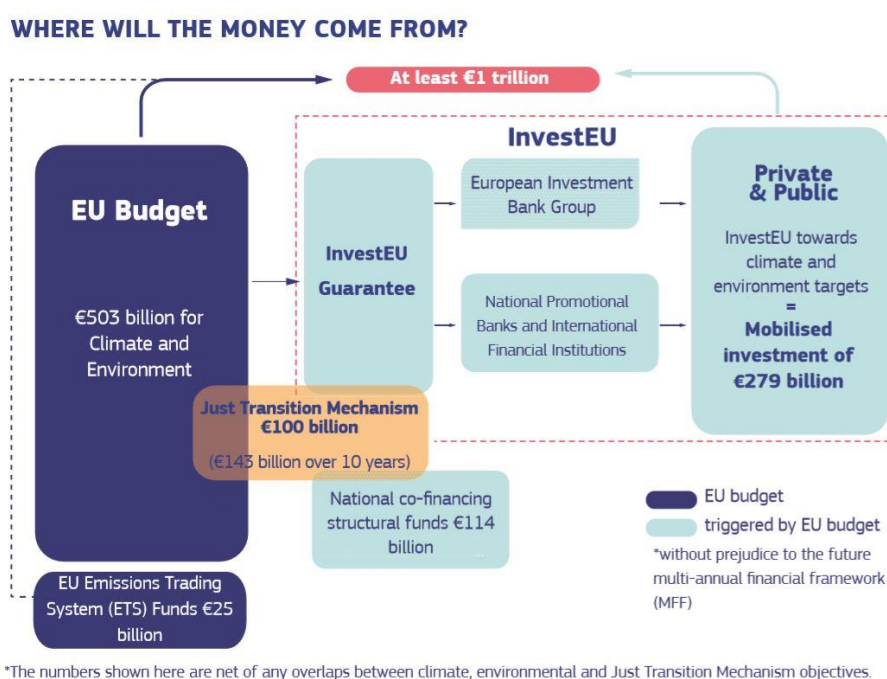
Εκτιμούμε ότι θα είναι αδύνατο να εξαιρεθούν πλήρως όλες οι εκπομπές ΑΦΘ από όλες τις πηγές, καθώς σε ορισμένες περιπτώσεις υπάρχουν περιορισμένες εναλλακτικές τεχνολογίες, καύσιμα ή πρώτες ύλες, όπως για παράδειγμα στα διυλιστήρια ή στην παραγωγή τσιμέντου, παρά τις δυνατότητες που προσφέρει η κυκλική οικονομία. Επομένως, ιδιαίτερα εάν δεν εξεταστεί η ανάπτυξη υδρογόνου και άλλων συνθετικών καυσίμων, θα χρειαστεί η ανάπτυξη δέσμευσης και αποθήκευσης άνθρακα (CCS) για την αντιστάθμιση των υπόλοιπων εκπομπών ΑΦΘ. Μέχρι στιγμής δεν υπάρχει

σαφής πολιτική απόφαση στην Ελλάδα σχετικά με την δέσμευση και αποθήκευση άνθρακα (εκτός από αναφορά στη μετατροπή των εξαντλημένων πετρελαιοφόρων περιοχών του Πρίνου σε μονάδα CCS με πιθανή οικονομική ενίσχυση από το Ταμείο Ανάκτησης και Ανθεκτικότητας), και ως εκ τούτου δεν έχει γίνει ακόμα μια λεπτομερής μελέτη σχετικά με την επιλογή αυτήν. Μια τέτοια μελέτη, που θα εξετάσει τις πιθανές τοποθεσίες και την αποθηκευτική τους ικανότητα, θα αξιολογήσει τους τοπικούς περιβαλλοντικούς και άλλους κινδύνους και θα ποσοτικοποιήσει το κόστος εφαρμογής, χρειάζεται να εκπονηθεί. Αν και η διαθεσιμότητα ασφαλών υπόγειων τοποθεσιών στην Ελλάδα είναι πιθανώς περιορισμένη, μια τέτοια μελέτη είναι απαραίτητη ώστε να εκτιμηθεί με ρεαλιστικό τρόπο η πιθανή συμβολή του CCS στην προσπάθεια επίτευξης κλιματικής ουδετερότητας.

Χρηματοδότηση

Οι ενότητες 2 και 3 του παρόντος κειμένου καταδεικνύουν ότι ανεξάρτητα από τη διαδρομή που τελικά θα επιλεγεί για την επίτευξη σχεδόν μηδενικών εκπομπών ΑΦΘ έως το 2050, θα απαιτηθούν σημαντικές επενδύσεις πριν από το 2030 καθώς και κατά τη διάρκεια της περιόδου 2030-2050. Τα δημόσια κεφάλαια μπορούν να καλύψουν μόνο ένα μικρό μέρος αυτών των επενδύσεων και επομένως η προσέλκυση ιδιωτικής χρηματοδότησης είναι κρίσιμη. Τα χρηματοοικονομικά μέσα και οι μηχανισμοί για να κάτι τέτοιο πρέπει να αναπτυχθούν σε στενή συνεργασία με τον τραπεζικό τομέα, με συμβολή επιχειρηματικών ενώσεων και τομεακών φορέων.

Τα χρηματοδοτικά μέσα της ΕΕν χρειάζεται να αξιοποιηθούν όσο το δυνατόν περισσότερο, συμπεριλαμβανομένων εκείνων για την καινοτομία και την Έρευνα & Ανάπτυξη. Σε αυτό το πλαίσιο, είναι ιδιαίτερα σημαντικό να αξιοποιηθούν οι δυνατότητες που παρέχει το Επενδυτικό Σχέδιο της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας (European Green Deal Investment Plan - EGDIP), το οποίο αποτελεί τον πυλώνα επενδύσεων της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας και αναμένεται να κινητοποιήσει τουλάχιστον 1 τρις € για αιεφόρες επενδύσεις έως το 2030 (**Σχήμα 8**).



Σχήμα 8: Πηγές χρηματοδότησης για το Επενδυτικό Σχέδιο της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας (European Green Deal Investment Plan - EGDIP)

Σχετικά με τα επιμέρους στοιχεία του EGDIP:

- a) Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή πρότεινε το 25% του προϋπολογισμού της ΕΕν για την περίοδο 2021-2027 (που βρίσκεται ακόμη υπό διαπραγμάτευση) να αφιερωθεί σε δράσεις για την κλιματική αλλαγή και το περιβάλλον μέσω πολλών προγραμμάτων (π.χ. Ευρωπαϊκό Γεωργικό Ταμείο για την Αγροτική Ανάπτυξη, Ευρωπαϊκό Γεωργικό Ταμείο Εγγυήσεων, Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης, Ταμείο Συνοχής, Ταμείο Horizon Europe, Ταμείο Life). Επεκτείνοντας την πρόταση αυτή σε ορίζοντα 10 ετών και με την υπόθεση ότι ο κλιματικός στόχος μετά το 2027 τουλάχιστον θα διατηρηθεί, ο προϋπολογισμός της ΕΕν θα μπορούσε να παράσχει 503 δις € στο EGDIP.
- b) Ο προϋπολογισμός της ΕΕν για την Κλιματική Αλλαγή και το Περιβάλλον αναμένεται να οδηγήσει σε πρόσθετη εθνική συγχρηματοδότηση ύψους περίπου 114 δις € σε αυτό το χρονικό πλαίσιο για σχετικά έργα.
- c) Το InvestEU (το οποίο θα αφιερώσει τουλάχιστον 30% των κινητοποιούμενων επενδύσεων σε έργα που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή και το περιβάλλον) αναμένεται να αξιοποιήσει περίπου 279 δις € ιδιωτικών και δημόσιων επενδύσεων στους τομείς αυτούς κατά την περίοδο 2021-2030, και θα παράσχει εγγυήσεις από τον προϋπολογισμό της ΕΕν ώστε η Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων και οι λοιποί φορείς υλοποίησης να μπορούν να επενδύσουν σε περισσότερα και υψηλότερου κινδύνου έργα, προσελκύοντας ιδιώτες επενδυτές.
- d) Ο Μηχανισμός Δίκαιης Μετάβασης (JTM) θα κινητοποιήσει επενδύσεις ύψους τουλάχιστον 100 δις € κατά την περίοδο 2021-2027, με χρηματοδότηση που προέρχεται από τον προϋπολογισμό της ΕΕν, συγχρηματοδότηση από κράτη μέλη και συνεισφορές από το InvestEU και την Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων. Εάν το ποσό αυτό επεκταθεί σε ορίζοντα δεκαετίας, ο Μηχανισμός Δίκαιης Μετάβασης αναμένεται να κινητοποιήσει περίπου 143 δις € έως το 2030.
- e) Τα Ταμεία Καινοτομίας και Εκσυγχρονισμού, που χρηματοδοτούνται από ένα τμήμα των εσόδων από τις δημοπρασίες δικαιωμάτων στο πλαίσιο του Ευρωπαϊκού Μηχανισμού Εμπορίας Δικαιωμάτων Εκπομπών (EU ETS), θα παράσχουν περίπου 25 δις € για τη μετάβαση της ΕΕν στην κλιματική ουδετερότητα (με το Ταμείο Εκσυγχρονισμού να εστιάζει στα οικονομικά ασθενέστερα κράτη μέλη).

Από τα κονδύλια 1 τρις € που θα διατεθούν στο EGDIP, περίπου 250 δις € θα προέλθουν από την Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων υπό μορφή κινητοποιούμενων επενδύσεων στο πλαίσιο των χρηματοδοτικών μέσων της ΕΕν και μέσω του προϋπολογισμού της ΕΕν. Επίσης, η Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων έχει ανακοινώσει τον διπλασιασμό του κλιματικού της στόχου από τον υφιστάμενο 25% σε 50% έως το 2025, γεγονός που θα αυξήσει περαιτέρω τη συμβολή της.

Ιδιαίτερης σημασίας είναι επίσης ο ρόλος του προγράμματος InvestEU, το οποίο εκτός από τη συμβολή στο EGDIP, θα προωθήσει πρακτικές αειφορίας μεταξύ δημόσιων και ιδιωτικών παρόχων χρηματοδότησης, θεσπίζοντας πρότυπα για την παρακολούθηση επενδύσεων που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή και για την αξιολόγηση των περιβαλλοντικών και κοινωνικών επιπτώσεων των έργων. Επιπλέον, μέσω του συμβουλευτικού κόμβου του InvestEU, θα βοηθά και θα συμβουλεύει τους δημόσιους και ιδιωτικούς φορείς προώθησης έργων να εντοπίσουν, να αναπτύξουν και να υλοποιήσουν «πράσινα» επενδυτικά έργα και θα υποστηρίζει τη δικτύωση με επενδυτές.

Το EGDIP θα παράσχει χρηματοδότηση τόσο για μικρά έργα (π.χ., μεμονωμένη ενεργειακή αναβάθμιση κατοικιών) όσο και για μεγαλύτερα (π.χ. εγκατάσταση δικτύου σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων), με την υποστήριξη της επένδυσης να διαφοροποιείται ανάλογα με τον κίνδυνο κάθε έργου.

Δεδομένου ότι η μετάβαση σε μια «πράσινη» οικονομία αποτελεί βαθιά διαρθρωτική μεταρρύθμιση, είναι κρίσιμο να σχεδιαστεί κατά τρόπο τέτοιο ώστε να υπάρξουν οφέλη για την ελληνική οικονομία με αύξηση της εγχώριας προστιθέμενης αξίας. Η χρήση εξοπλισμού, ιδιαίτερα σε βελτιώσεις της ενεργειακής απόδοσης, όπου μεγάλο μέρος του παράγεται στη χώρα, αποτελεί ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα στην κατεύθυνση αυτή. Προκειμένου να γίνει δυνατό κάτι τέτοιο, χρειάζεται να υποστηριχθούν οι εγχώριες επιχειρήσεις ώστε να αναβαθμίσουν τις εγκαταστάσεις τους και να ενισχύσουν/αναπτύξουν την ερευνητική τους δραστηριότητα, να επανακαταρτίσουν το προσωπικό τους ώστε να μπορεί να εγκαθιστά και να συντηρεί τον εξοπλισμό, καθώς και να υποστηριχθούν οι νεοσύστατες επιχειρήσεις (start-ups) στον τομέα της ενέργειας και της κυκλικής οικονομίας.

5 Συμπερασματικά σχόλια

Η μετάβαση της ελληνικής οικονομίας προς σχεδόν μηδενικές εκπομπές ΑΦΘ έως το 2050 απέχει πολύ από το να είναι ένα εύκολο εγχείρημα. Υπάρχουν πολλές προκλήσεις καθώς η αγορά ηλεκτρικής ενέργειας παρέμεινε επί δεκαετίες εξαρτημένη από τον λιγνίτη, ένα εγχώριο καύσιμο που στήριζε πολλές θέσεις εργασίας και οικονομική ανάπτυξη αλλά δεν είναι πλέον συμβατό με την ανάγκη αντιμετώπισης της κλιματικής κρίσης. Επιπλέον, η χώρα διαθέτει ένα παλαιό κτιριακό απόθεμα, με σχεδόν το μισό να διαθέτει ελάχιστη ή καθόλου μόνωση, έναν τομέα μεταφορών που βασίζεται σε μεγάλο βαθμό σε προϊόντα πετρελαίου, και βιομηχανίες που χρειάζεται να κάνουν πολλά ώστε να συμμορφωθούν με τις αρχές της κυκλικής οικονομίας. Ο τραπεζικός τομέας υπέστη σχεδόν μια δεκαετία οικονομικής ύφεσης, γεγονός που περιορίσε την ικανότητά του να παρέχει αναγκαία δάνεια και άλλα χρηματοοικονομικά προϊόντα στην ελληνική οικονομία. Η πανδημία COVID-19 έφερε πρόσθετες δυσκολίες στην πορεία προς μια οικονομία μηδενικού άνθρακα.

Η μείωση των εκπομπών ΑΦΘ στην Ελλάδα κατά περισσότερο από 85% σε σύγκριση με το 1990 θα απαιτήσει μια πραγματική «επανάσταση» σε πολλούς τομείς, όπως στην προσφορά, μεταφορά και ζήτηση ενέργειας, στη βιομηχανία, στη γεωργία και σε θέματα χρηματοδότησης. Οι αλλαγές όσον αφορά σε υποκατάστατα καυσίμων, τεχνολογιών και πρακτικών με μηδενικό ανθρακικό αποτύπωμα είναι βαθιά διαρθρωτικές, απαιτώντας αποτελεσματικό συντονισμό σε όλα τα επίπεδα διακυβέρνησης. Μια τέτοια μετάβαση δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί χωρίς την ενεργό συμμετοχή των πολιτών και των τοπικών κοινοτήτων, καθώς πολλές αλλαγές πρέπει να γίνουν από τους ίδιους τους καταναλωτές, ενώ η τοπική αποδοχή αποτελεί προϋπόθεση για την πραγματοποίηση των απαραίτητων επενδύσεων σε λογικό χρόνο. Με λίγα λόγια, χρειάζεται μια ευρεία κοινωνική συναίνεση, καθώς και συναίνεση στο επίπεδο λήψης αποφάσεων από τους πολιτικούς και τον χρηματοοικονομικό κόσμο, όσον αφορά στην «πράσινη» μετάβαση.

Με το σύντομο αυτό κείμενο, επιχειρήσαμε να παρουσιάσουμε συνοπτικά τις βασικές παραμέτρους, δείκτες και προκλήσεις που αποτελούν μέρος της μετάβασης αυτής, καθώς και τις αλλαγές που θεωρούμε πως πρέπει να γίνουν στο πεδίο των σχετικών πολιτικών και μέτρων στήριξης. Αναμφισβήτητα, υπάρχουν πολλές αβεβαιότητες που επηρεάζουν τη μελλοντική ανταγωνιστικότητα των καυσίμων και των τεχνολογιών και, κατά συνέπεια, το «ιδανικό» σύνολο μέτρων για την επίτευξη κλιματικής ουδετερότητας. Ωστόσο, οποιαδήποτε διαδρομή μετάβασης επιλεγεί από τους υπευθύνους λήψης αποφάσεων, θα πρέπει να αφήνει περιθώρια για διορθωτικές ενέργειες σε περίπτωση που οι μελλοντικές συνθήκες και εξελίξεις το απαιτήσουν, και όχι να «κλειδώσει» την οικονομία σε τεχνολογικές επιλογές που μειώνουν την ευελιξία, αυξάνουν το κόστος και περιορίζουν τη συμμετοχή των τοπικών κοινοτήτων των πολιτών. Είναι σημαντικό η διαδρομή προς τις μηδενικές εκπομπές ΑΦΘ να είναι μια διαδρομή για όλους, και να διασφαλίζει ότι η Ελλάδα θα συμβάλλει ουσιαστικά στην αντιμετώπιση της κλιματικής κρίσης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ανεξάρτητος Διαχειριστής Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΑΔΜΗΕ) (2020). Μηνιαίο Δελτίο Ενέργειας. Δεκέμβριος 2020, https://www.admie.gr/sites/default/files/attached-files/type-file/2021/01/Energy_Report_202012_v1_0.pdf
- ΥΠΕΝ (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας) (2019) Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα, https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/el_final_necp_main_el.pdf.
- ΥΠΕΝ (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας) (2020). Μακροχρόνια Στρατηγική για το 2050, https://ypen.gov.gr/wp-content/uploads/2020/11/lts_gr_el.pdf
- Bryant, S., Straker, K., Wrigley, C., 2018. The typologies of power: Energy utility business models in an increasingly renewable sector. Journal of Cleaner Production 195, 1032-1046, ISSN 0959-6526, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.233>.
- International Renewable Energy Agency (IRENA) (2019). Utility-scale batteries – Innovation Landscape Brief. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, 24 παΠΕΣ, https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Sep/IRENA_Utility-scale-batteries_2019.pdf.
- Rövekamp, P., Schöpf, M., Wagon, F., Weibelzahl, M., Fridgen, G., 2021. Renewable electricity business models in a post feed-in tariff era. Energy 216, 119228, ISSN 0360-5442, <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.119228>.
- SEERMAP 2017, “South East Europe Electricity Roadmap: South East Europe Regional Report”, p64. available at: http://rekk.hu/downloads/projects/SEERMAP_Regional_Report_Final_web.pdf
- Verhaegen, R., Dierckxsens, C., 2016. BestRES “Best practices and implementation of innovative business models for Renewable Energy aggregatorS”. Project report, H2020 grant agreement N° 691689, 93 παΠΕΣ, http://bestres.eu/wp-content/uploads/2016/08/BestRES_Existing-business-models-for-RE-aggregators.pdf.
- WWF 2017: “Long-term planning for the Greek energy system”. WWF Greece Report (in Greek). available at: <www.wwf.gr/imaΠΕΣ/pdfs/Long_Term_Energy_Plan4Greece.pdf>.