

Αθήνα 6 Νοεμβρίου 2024



## Υψηλή διείσδυση φωτοβολταϊκών και ΑΠΕ, πτώση κόστους ρεύματος για τον καταναλωτή, προκλήσεις και προοπτικές

**Δρ. Στυλιανός Λουμάκης**

Διδάκτωρ Μηχανικός ΕΜΠ

Διπλ. Χημικός Μηχανικός ΕΜΠ

MBA, University of Portsmouth UK

Πρόεδρος Συνδέσμου Παραγωγών Ενέργειας με Φωτοβολταϊκά - ΣΠΕΦ ([www.spef.gr](http://www.spef.gr))

Κιν.: 6944 777 331, [steliosloumakis@gmail.com](mailto:steliosloumakis@gmail.com)



Σήμερα έχουμε εγκατεστημένη ισχύ ~16 GW ΑΠΕ στην Ελλάδα (ηλεκτρισμένα και με δηλώσεις ετοιμότητας), πλέον των μεγάλων υδροηλεκτρικών σταθμών και επιπλέον:

- ~+15 GW έργων ΑΠΕ με Όρους Σύνδεσης.
- + 2.4 GW βιομηχανικών PPAs
- ~+45 GW αιτήσεων έργων ΑΠΕ στον ΑΔΜΗΕ που αναμένουν Όρους Σύνδεσης.
- Πρόγραμμα για 2 GW υπεράκτιων αιολικών πάρκων προς ανάπτυξη
- >100 GW έργων ΑΠΕ με Βεβαίωση Παραγωγού ΡΑΑΕΥ
- Ισχύουν προγράμματα αυτοπαραγωγής χωρίς συνολική ποσόστωση.

Η εκτίμηση του νέου ΕΣΕΚ για τις εν λειτουργία ΑΠΕ το 2030 εμφανίζεται ιδιαίτερα μετριοπαθής, δεδομένης και της αστοχίας των προηγούμενων ΕΣΕΚ από το 2019 και μετά, που προέβλεπαν 7.7 GW φωτοβολταϊκά το 2030, όταν σήμερα έχουμε περίπου 10 GW και ο στόχος για το 2030 προσδιορίζεται στο ΕΣΕΚ στα 13.5 MW.

Επειδή οι στόχοι των ΕΣΕΚ δεν είναι δεσμευτικοί και δεν λειτουργούν ως «οροφές», μια ρεαλιστικότερη κατά την εκτίμηση μας εξέλιξη των ΑΠΕ για το 2030, περιλαμβανόμενων των βιομηχανικών PPAs και της αυτοπαραγωγής, είναι η κάτωθι:

# Εξέλιξη του μέσου κόστους αιολικών και επαγγελμ. Φ/Β για τον καταναλωτή στο ΔΣ

ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ										ΕΚΡΟΗ ΕΛΑΠΕ για ΦΒ ΣΕΔΠ		ΤΑ ΦΒ με ΣΕΔΠ	ΕΚΡΟΗ ΕΛΑΠΕ για ΦΒ FIT-ΣΕΣΤ ΔΣ		ΚΟΣΤΟΣ ΦΒ ΔΣ για ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΗ	
ΕΤΑ Φ/Β ΕΥΡΩ/ΜWh χωρίς CAP	ΕΤΑ Φ/Β ΕΥΡΩ/ΜWh με CAP	ΤΕΑ ΔΕΗ ΕΥΡΩ/ΜWh	ΕΓΚΑΤ ΙΣΧΥΣ ΔΣ ΦΒ MW	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΦΒ ΔΣ GWh	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΦΒ ΣΕΔΠ ΔΣ GWh	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΦΒ FIT-ΣΕΣΤ ΔΣ GWh	ΕΚΡΟΗ ΕΛΑΠΕ για ΦΒ ΔΣ σε Εκατ. Ευρώ	Εκατ. ευρώ	Ευρώ/ΜWh	Εκατ. ευρώ	Ευρώ/ΜWh		Εκατ. ευρώ	Ευρώ/ΜWh		
Ιουν-22	231.00	231.00	240.33	4288	686.0	294.3	391.7	55.2	-48.06	-163.29	67.71	103.26	263.62	123.19	179.57	
Ιουλ-22	298.66	133.94	338.14	4394	789.0	351.3	437.7	91.2	-23.36	-66.50	67.44	114.56	261.73	138.25	175.22	
Αυγ-22	385.92	85.00	436.53	4460	701.0	313.5	387.5	95.7	-5.52	-17.60	67.40	101.22	261.21	122.35	174.54	
Σεπ-22	382.35	84.56	416.87	4540	674.0	306.3	367.7	90.5	-5.28	-17.22	67.34	95.78	260.48	116.41	172.71	
Οκτ-22	185.01	84.11	232.60	4621	605	274.6	330.4	81.7	-4.62	-16.81	67.30	86.32	261.26	104.80	173.22	
Νοε-22	215.65	84.97	227.75	4697	371	167.6	203.4	50.4	-2.96	-17.63	67.34	53.36	262.34	64.65	174.25	
Δεκ-22	255.88	84.96	276.89	4843	306	140.3	165.7	41	-2.53	-18.00	66.96	43.53	262.70	52.92	172.96	
Ιαν-23	169.64	81.26	191.79	4904	383	183.6	199.4	49.3	-2.61	-14.22	67.04	51.91	260.33	64.22	167.67	
Φεβ-23	141.57	82.35	156.24	4978	519	260.8	258.2	62.2	-3.98	-15.25	67.10	66.18	256.31	83.68	161.23	
Μαρ-23	98.67	73.21	122.76	5064	640	318.6	321.4	80.3	-1.92	-6.02	67.19	82.22	255.82	103.63	161.92	
Απρ-23	96.33	75.04	120.44	5113	695	350.3	344.7	85.3	-2.73	-7.80	67.24	88.03	255.38	111.58	160.55	
Μαϊ-23	87.49	70.78	105.59	5265	647	324.1	322.9	80.7	-1.18	-3.65	67.13	81.88	253.58	103.64	160.18	
Ιουν-23	71.83	65.06	91.49	5364	818	430	388	99.1	0.79	1.84	66.90	98.31	253.38	127.08	155.35	
ΣΥΝΟΛΟ 7/22 - 6/23					7,148.0									1,193.2	166.9	

ΑΙΟΛΙΚΑ										ΕΚΡΟΗ ΕΛΑΠΕ για ΑΙΟΛ ΣΕΔΠ		ΤΑ ΑΙΟΛ με ΣΕΔΠ	ΕΚΡΟΗ ΕΛΑΠΕ για ΑΙΟΛ FIT-ΣΕΣΤ ΔΣ		ΚΟΣΤΟΣ ΑΙΟΛ ΔΣ για ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΗ	
ΕΤΑ Φ/Β ΕΥΡΩ/ΜWh χωρίς CAP	ΕΤΑ Φ/Β ΕΥΡΩ/ΜWh με CAP	ΤΕΑ ΔΕΗ ΕΥΡΩ/ΜWh	ΕΓΚΑΤ ΙΣΧΥΣ ΔΣ ΑΙΟ MW	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΙΟΛ ΔΣ GWh	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΙΟΛ ΣΕΔΠ ΔΣ GWh	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΙΟΛ FIT-ΣΕΣΤ ΔΣ GWh	ΕΚΡΟΗ ΕΛΑΠΕ για ΑΙΟΛ ΔΣ σε Εκατ. Ευρώ	Εκατ. ευρώ	Ευρώ/ΜWh	Εκατ. ευρώ	Ευρώ/ΜWh		Εκατ. ευρώ	Ευρώ/ΜWh		
Ιουν-22	225.54	225.54	240.33	4294	791.0	301.8	489.2	8.2	-40.45	-134.02	91.52	48.65	99.45	76.27	96.42	
Ιουλ-22	317.29	141.39	338.14	4303	1,068.0	384.7	683.3	45.6	-19.15	-49.79	91.60	64.75	94.76	99.99	93.62	
Αυγ-22	388.62	85.00	436.53	4321	751.0	287	464	44.8	1.66	5.79	90.79	43.14	92.97	69.20	92.14	
Σεπ-22	411.41	84.74	416.87	4317	698.0	278.8	419.2	40.4	1.68	6.01	90.75	38.72	92.37	64.02	91.72	
Οκτ-22	212.21	84.59	232.60	4321	1097	419.5	677.5	65.6	2.79	6.64	91.23	62.81	92.71	101.08	92.14	
Νοε-22	223.20	84.74	227.75	4414	1038	420	618	59.8	2.81	6.7	91.44	56.99	92.22	95.39	91.90	
Δεκ-22	257.04	79.79	276.89	4462	794	324.7	469.3	46.6	3.4	10.47	90.26	43.20	92.05	72.51	91.32	
Ιαν-23	158.07	75.50	191.79	4465	931	379.5	551.5	56.6	5.03	13.24	88.74	51.57	93.51	85.25	91.56	
Φεβ-23	151.29	82.16	156.24	4465	958	407.1	550.9	54.4	2.86	7.02	89.18	51.54	93.56	87.85	91.70	
Μαρ-23	114.99	78.75	122.76	4504	983	403.8	579.2	58.6	4.25	10.52	89.27	54.35	93.84	90.40	91.96	
Απρ-23	114.60	78.64	120.44	4522	717	306.9	410.1	41.2	3.02	9.85	88.49	38.18	93.10	65.34	91.13	
Μαϊ-23	99.75	77.02	105.59	4519	850	349.3	500.7	51.4	4.54	13	90.02	46.86	93.59	78.30	92.12	
Ιουν-23	90.50	76.10	91.49	4692	518	222.5	295.5	30.6	2.86	12.85	88.95	27.74	93.87	47.53	91.76	
ΣΥΝΟΛΟ 7/22 - 6/23					10,403.0									956.85	91.98	

# Εξέλιξη του μέσου κόστους αιολικών και επαγγελμ. Φ/Β για τον καταναλωτή στο ΔΣ

ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ						ΑΙΟΛΙΚΑ					
Περίοδος	Μέση Τιμή MW περιόδου	MWh	Κόστος καταναλωτή Ευρώ/MWh για ΤΑ νέων έργων στα:			Περίοδος	Μέση Τιμή MW περιόδου	MWh	Κόστος καταναλωτή Ευρώ/MWh για ΤΑ νέων έργων στα:		
			50	60	70				50	60	70
7/22-6/23	4,879	7,148,000	166.93	166.93	166.93	7/22-6/23	4,498	10,403,000	91.98	91.98	91.98
7/23-6/24	6,679	9,848,000	134.87	137.61	140.35	7/23-6/24	5,198	11,943,000	86.57	87.85	89.14
7/24-6/25	9,679	14,348,000	108.25	113.27	118.29	7/24-6/25	5,898	13,483,000	82.39	84.67	86.96
7/25-6/26	12,179	18,098,000	96.18	102.23	108.28	7/25-6/26	6,598	15,023,000	79.07	82.14	85.22

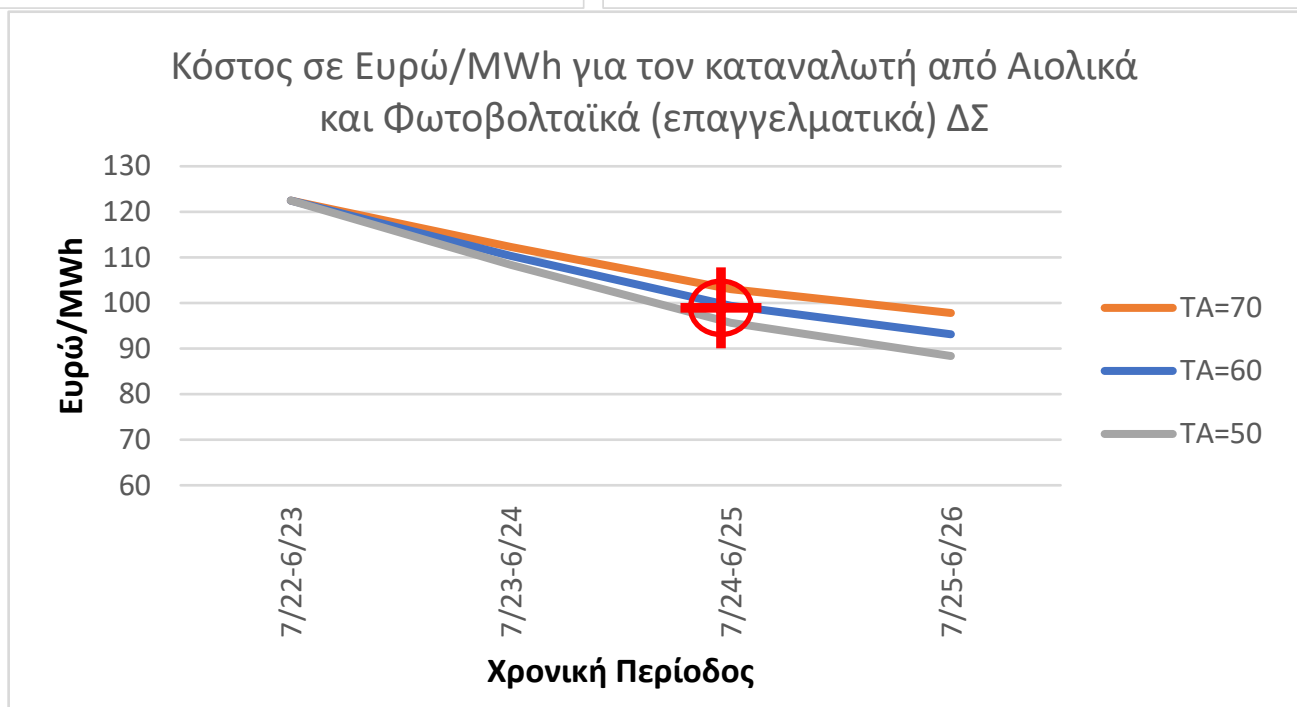
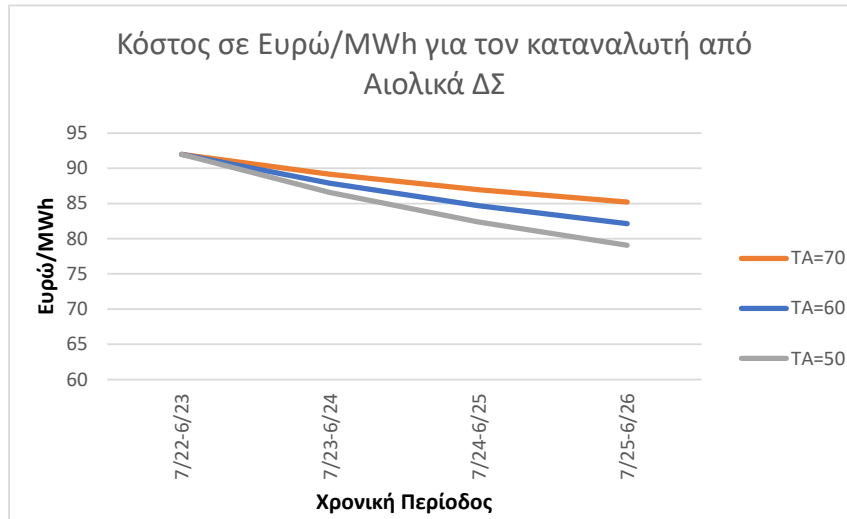
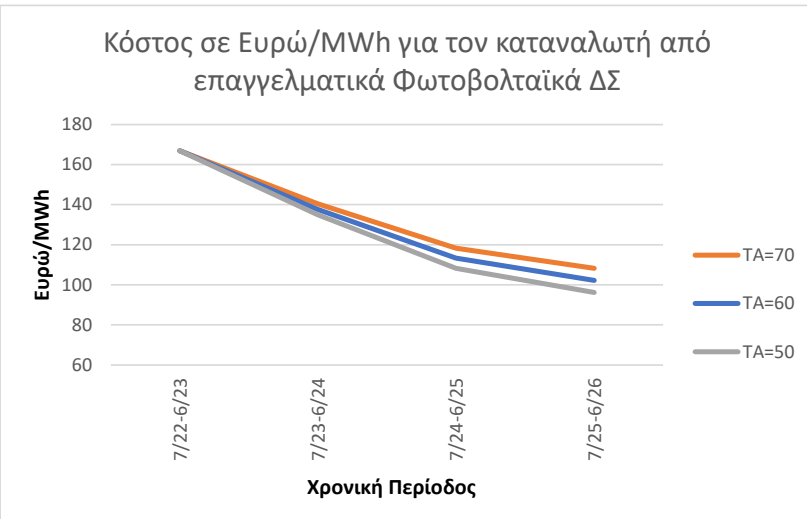
ΑΙΟΛΙΚΑ + ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ					
Περίοδος	Μέση Τιμή	MWh	Κόστος καταναλωτή Ευρώ/MWh για ΤΑ νέων έργων		
			50	60	70
7/22-6/23	9,377	17,551,000	122.50	122.50	122.50
7/23-6/24	11,877	21,791,000	108.40	110.34	112.29
7/24-6/25	15,577	27,831,000	95.72	99.42	103.11
7/25-6/26	18,777	33,121,000	88.42	93.12	97.82

Μέσο κόστος αιολικών και επαγγελμ Φ/Β για τον καταναλωτή στα ~9,7 λεπτά/kWh

Προσθέτοντας και τα μικρά υδροηλεκτρικά καθώς και τις υπόλοιπες αλλά ακριβότερες τεχνολογίες, Βιομάζα, Βιοαέριο, ΣΗΘΥΑ και οικιακά Φ/Β, το μέσο κόστος όλων των ΑΠΕ και ΣΗΘΥΑ για τον καταναλωτή προσεγγίζει τα ~10,5 - 10,7 λεπτά/kWh.

Σημείωση: Η τρέχουσα εγκατεστημένη ισχύς αιολικών και φωτοβολταϊκών πηγάζει συνδυαστικά από στοιχεία των διαχειριστών ΑΔΜΗΕ – ΔΕΔΔΗΕ και των φορέων των τεχνολογιών αυτών και όχι αποκλειστικά του δελτίου ΔΑΠΕΕΠ ένεκα χρονικής υστέρησης στην αποτύπωση.

# Εξέλιξη του μέσου κόστους αιολικών και επαγγελμ. Φ/Β για τον καταναλωτή στο ΔΣ



# Προβλέψεις για την εξέλιξη της εγκατεστημένης ισχύος προς το 2030

Εκτίμηση εξέλιξης εγκατεστημένη Ισχύς ΑΠΕ σε GW							
		end 2025	end 2026	end 2027	end 2028	end 2029	end 2030
ΑΠΕ	Φωτοβολταϊκά	11.0	13.0	14.5	16.0	17.5	19.0
	Αιολικά Χερσαία	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5
	Αιολικά υπεράκτια	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9
	Μεγάλα υδροηλεκτρικά	3.2	3.2	3.5	3.5	3.5	3.5
	Μικρά υδροηλεκτρικά	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	Βιομάζα-Βιοαέριο	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	Λιγνίτες	1.3	0.6	0.6	0.6	0.0	0.0
Φυσικό αέριο	7.0	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	
ΣΗΘΥΑ	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	
ΣΥΝΟΛΟ ΑΠΕ-ΣΗΘΥΑ		21.7	24.2	26.6	28.6	30.6	34.5

# Προβλέψεις για την εξέλιξη της δυναμικότητας ΑΠΕ προς το 2030

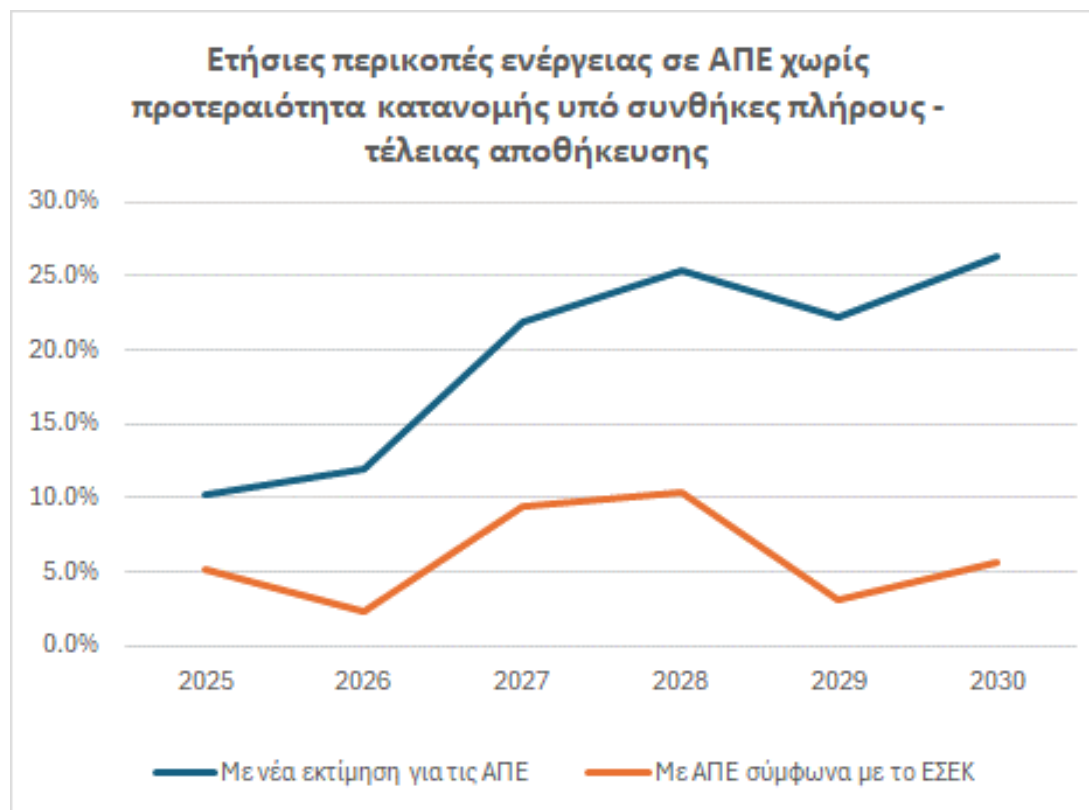
Δυναμικότητα παραγωγής TWh		2025	2026	2027	2028	2029	2030
ΑΠΕ	Φωτοβολταϊκά (1500 MWh/MW)	15.4	18.0	20.6	22.9	25.1	27.4
	Αιολικά Χερσαία (2250 MWh/MW)	14.1	16.3	17.4	18.6	19.7	20.8
	Αιολικά υπεράκτια						0.6
	Μεγάλα υδροηλεκτρικά	3.5	3.5	5.0	5.0	5.0	5.0
	Μικρά υδροηλεκτρικά	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9
	Βιομάζα-Βιοαέριο	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4
	Λιγνίτες	4.5	2.0	2.0	2.0	0.0	0.0
	Φυσικό αέριο	12.2	12.0	11.6	11.2	10.8	10.4
	ΣΗΘΥΑ φ.α.	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	Καθαρές Εισαγωγές	3.2	2.9	2.6	2.3	2.0	1.8
Σύνολο δυναμικότητας παραγωγής ΑΠΕ & ΣΗΘΥΑ, TWh		35.2	40.1	45.4	48.8	52.1	56.1
Σύνολο δυναμικότητας παραγωγής, TWh		55.1	57.0	61.6	64.3	64.9	68.3
Ακαθάριστη Κατανάλωση Η.Ε. στο Δ.Σ. σε TWh		53.0	54.0	55.0	56.0	57.0	58.0
Υπερβάλλουσα Δυναμικότητα σε TWh		2.1	3.0	6.6	8.3	7.9	10.3
* Δυναμικότητα έργων ΑΠΕ & ΣΗΘΥΑ με προτεραιότητα κατανομής, TWh		14.5	15.0	15.5	16.0	16.5	17.0
Δυναμικότητα έργων ΑΠΕ & ΣΗΘΥΑ χωρίς προτεραιότητα κατανομής, TWh		20.7	25.1	29.9	32.8	35.6	39.1
Περικοπές ενέργειας ετησίως σε έργα ΑΠΕ & ΣΗΘΥΑ χωρίς προτεραιότητα κατανομής		10.3%	12.0%	22.0%	25.4%	22.2%	26.3%

Δ.Σ.= Διασυνδεδεμένο Σύστημα και Δίκτυο

Η.Ε.= Ηλεκτρική Ενέργεια

\*Περιλαμβάνεται και η ενέργεια έργων σχημάτων αυτοπαραγωγής εγκατεστημένης ισχύος <400 KW, καθώς και των zero feed-in.

## Εκτίμηση εξέλιξης περικοπών ΑΠΕ



- Επειδή δεν πρόκειται αλλά ούτε και δύναται να υπάρξει πλήρης-τέλεια αποθήκευση, οι περικοπές προς το 2030 εκτιμώνται ακόμη μεγαλύτερες.
- Σημαντικό ρόλο για την άμβλυνση ή περαιτέρω επίταση τους θα παίξει και η εξέλιξη της ζήτησης, την οποία πάντως τα ΕΣΕΚ διαχρονικά μέχρι σήμερα έχουν συστηματικά υπερεκτιμήσει.



- Το μέσο κόστος για τον καταναλωτή από αιολικά και επαγγελματικά φωτοβολταϊκά διαμορφώνεται στα **~9,7 λεπτά/kWh**, ενώ προσθέτοντας και τα μικρά υδροηλεκτρικά καθώς και τις υπόλοιπες αλλά ακριβότερες τεχνολογίες της Βιομάζας, Βιοαερίου, ΣΗΘΥΑ και οικιακών Φ/Β, **το μέσο κόστος όλων των ΑΠΕ και ΣΗΘΥΑ για τον καταναλωτή προσεγγίζει οριακά τα ~10,7 λεπτά/kWh**.
- Ο καταναλωτής για ρεύμα (ανταγωνιστικό σκέλος λογαριασμών) πληρώνει ~15 λεπτά/kWh συν μεσοσταθμικά άλλα 1,2 λεπτά/kWh ΕΤΜΕΑΡ. Επειδή οι ΑΠΕ αφορούν το ~50% των kWh για τις οποίες πληρώνεται ΕΤΜΕΑΡ, το ΕΤΜΕΑΡ ανηγμένο ανά kWh ΑΠΕ προκύπτει στα 2,4 λεπτά/kWh. Συνεπώς ο **καταναλωτής «στέλνει» για ΑΠΕ συνολικά 15+2,4= 17,4 λεπτά/kWh**.
- Παρότι ο καταναλωτής πληρώνει στην Προμήθεια για ΑΠΕ 17,4 λεπτά/kWh ενώ το κόστος τους είναι στα 10,7 λεπτά/kWh, εντούτοις ο Ειδικός Λογαριασμός ΑΠΕ εμφανίζει έλλειμμα. Αιτία οι πολύ χαμηλές, κάτω του κόστους, χονδρεμπορικές τιμές που διαμορφώνονται την ώρα κορύφωσης των ΑΠΕ και στις οποίες αγοράζουν οι Προμηθευτές την ενέργεια τους. Οι πολύ χαμηλές αυτές τιμές ζημιώνουν τον ΕΛΑΠΕ (φαινόμενο merit order effect) και καλείται το ΕΤΜΕΑΡ να καλύψει τη διαφορά. Με τον τρόπο αυτό **οι ΑΠΕ επιδοτούν συστηματικά την Προμήθεια**.
- Διαμορφώνονται συνθήκες **συστημικής παραγωγικής υπερδυναμικότητας ως προς την τελική ζήτηση ηλεκτρικής** ενέργειας σε ετήσια βάση. Κάτι τέτοιο δεν μπορεί να θεραπευτεί από την αποθήκευση ή τα δίκτυα.
- Τα **προγράμματα αυτοπαραγωγής επιτείνουν το πρόβλημα** της έλλειψης ζήτησης/υπερπαραγωγής.
- Η **αποθήκευση μόνο ετεροχρονίζει** (μεταφέρει) την έγχυση της παραγωγής σε άλλες ώρες αλλά δεν αυξάνει την ετήσια κατανάλωση.

- Τα **δίκτυα μόνο μεταφέρουν την ενέργεια** σε διαφορετική τοποθεσία για κατανάλωση, εφόσον υπάρχει ζήτηση.
- Στην πραγματικότητα οι περικοπές θα είναι ακόμη μεγαλύτερες απ' όσες προδιαγράφει το ετήσιο ισοζύγιο ενέργειας. Τούτο έχει να κάνει με την **τήρηση του ισοζυγίου ισχύος στον πραγματικό χρόνο** και που εισάγει μια δεύτερη διάσταση. Η ανισορροπία του ισοζυγίου ισχύος, ωστόσο, μπορεί να αμβλυνθεί με την αποθήκευση.
- Τα **φωτοβολταϊκά θα πληγούν περισσότερο με περικοπές** από κάθε άλλη τεχνολογία ΑΠΕ λόγω της χρονικά συγκεντρωτικής λειτουργίας τους.
- Αναφορικά με τις διεθνείς διασυνδέσεις, **οι εξαγωγές και το οικονομικό όφελος τους οπωσδήποτε δεν είναι διασφαλισμένα** δεδομένων των μηδενικών / αρνητικών τιμών στις γειτονικές χώρες της Ε.Ε. που αναπτύσσουν επίσης φωτοβολταϊκά με φρενήρεις ρυθμούς, καθώς και του πανευρωπαϊκού συστήματος διαμόρφωσης των χονδρεμπορικών τιμών (marginal pricing, market coupling).
- Οι **σχεδιαζόμενες διασυνδέσεις με Β. Αφρική και Μ. Ανατολή** θα είναι **εισαγωγικού** ως επί τω πλείστον χαρακτήρα για τη χώρα μας, όποτε αναμένεται να επιτείνουν την υπερδυναμικότητα έτι περαιτέρω.
- Σε κάθε περίπτωση η **ανάσχεση του υπερβολικού επενδυτικού ενδιαφέροντος** στα φωτοβολταϊκά και εν γένει τις ΑΠΕ, **περιλαμβανομένων των προγραμμάτων αυτοπαραγωγής**, είναι ο μόνος τρόπος για τη συγκράτηση οδυνηρών για τις επενδύσεις ανισορροπιών.
- Προγράμματα **αυτοπαραγωγής χωρίς καν συνολικό όριο ποσόστωσης** εγκυμονούν μακροχρόνιες και μη αναστρέψιμες συνέπειες στα ίδια καθώς συνολικά στις επενδύσεις ΑΠΕ.

# Ευχαριστώ!

**Δρ. Στυλιανός Λουμάκης**

Διδάκτωρ Μηχανικός ΕΜΠ

Διπλ. Χημικός Μηχανικός ΕΜΠ

MBA, University of Portsmouth UK

Πρόεδρος Συνδέσμου Παραγωγών Ενέργειας με Φωτοβολταϊκά - ΣΠΕΦ ([www.spef.gr](http://www.spef.gr))

Κιν.: 6944 777 331, [steliosloumakis@gmail.com](mailto:steliosloumakis@gmail.com)