



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος

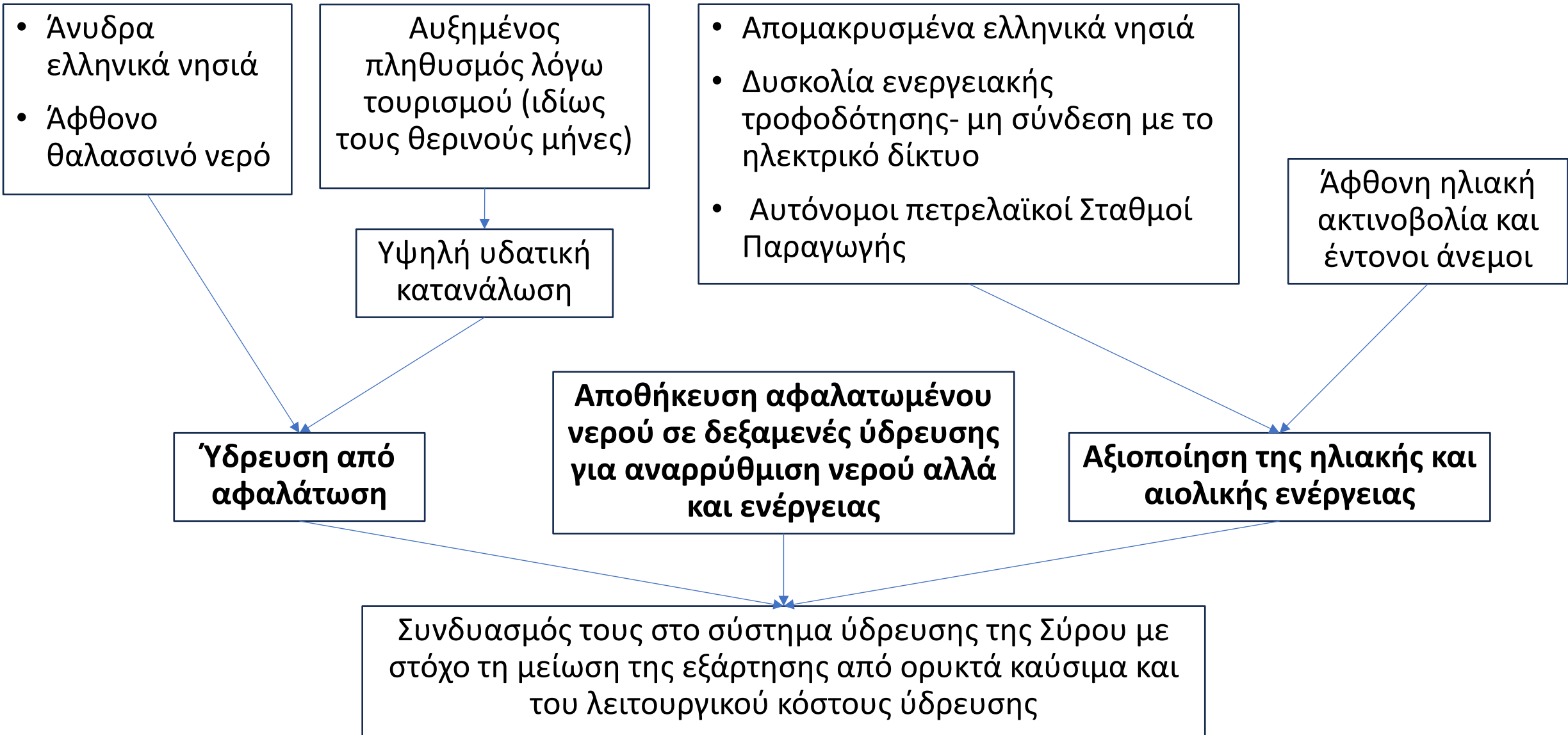
**Διερεύνηση της χρήσης ανανεώσιμων πηγών
ενέργειας στην παραγωγή νερού και των δεξαμενών
ύδρευσης ως αποθήκες ενέργειας σε άνυδρα νησιά -
Η περίπτωση της Σύρου**

ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ ΤΖΑΝΝΕΤΑΚΟΥ

Επιβλέπων: Ανδρέας Ευστρατιάδης, Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΜΠ

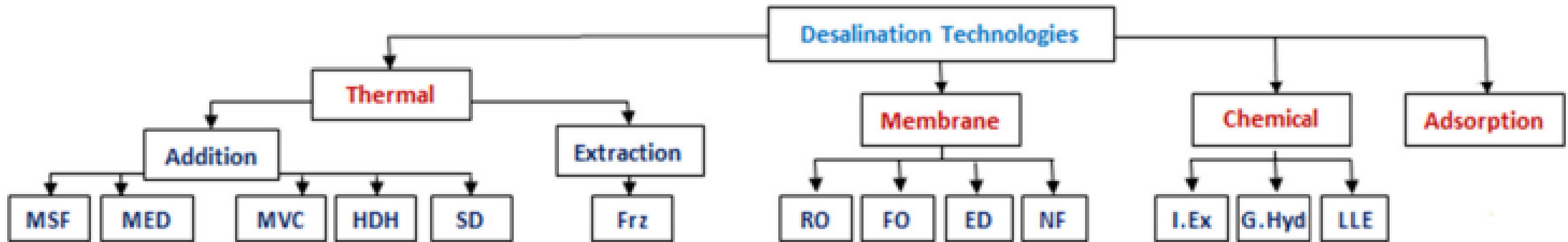
Αθήνα, Ιούλιος 2025

Αντικείμενο εργασίας



Αφαλάτωση

- Τι είναι: Η διεργασία απομάκρυνσης των αλάτων από θαλασσινό ή υφάλμυρο νερό. Παράγεται πόσιμο νερό και ένα διάλυμα υψηλής αλατότητας (άλμη).
- Κατηγορίες:

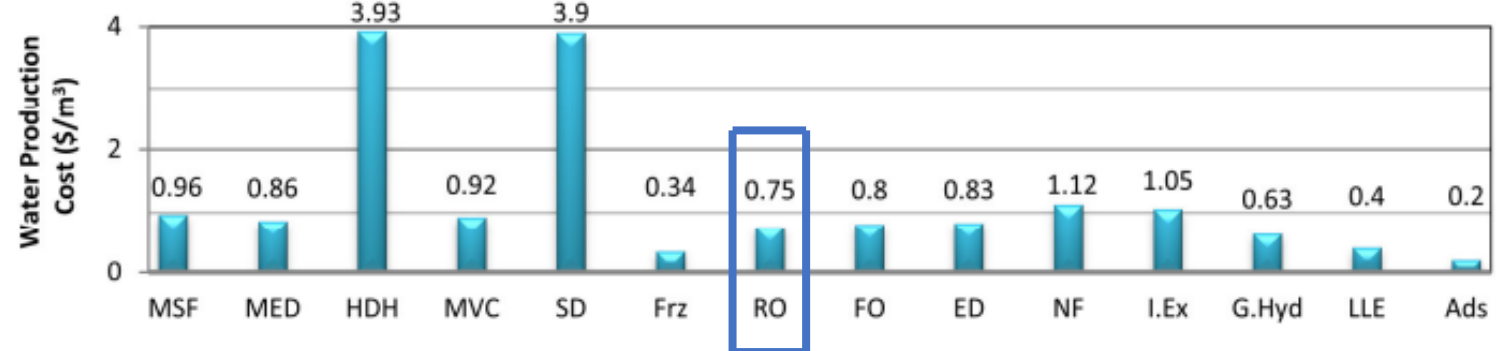
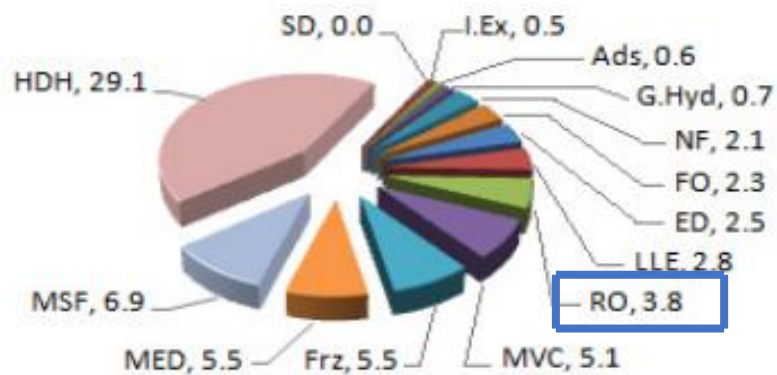
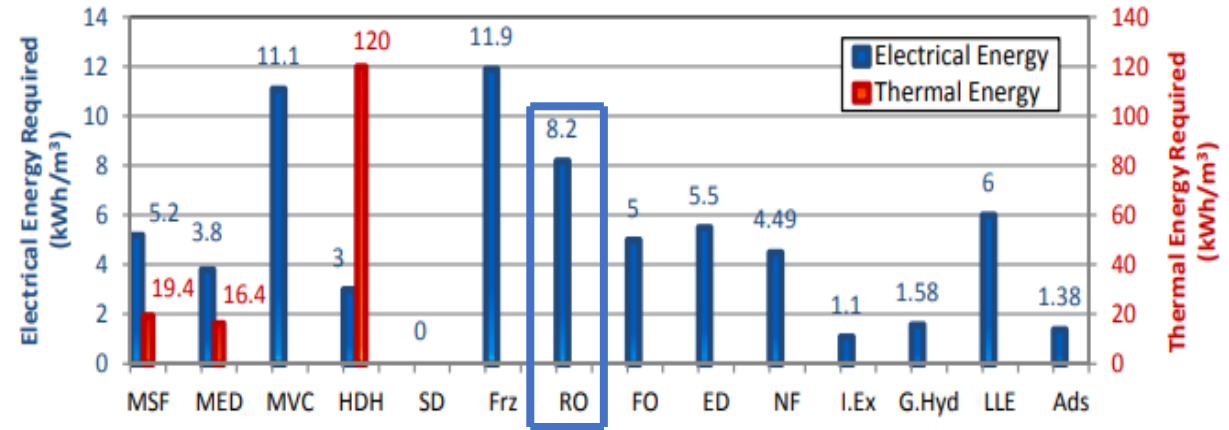
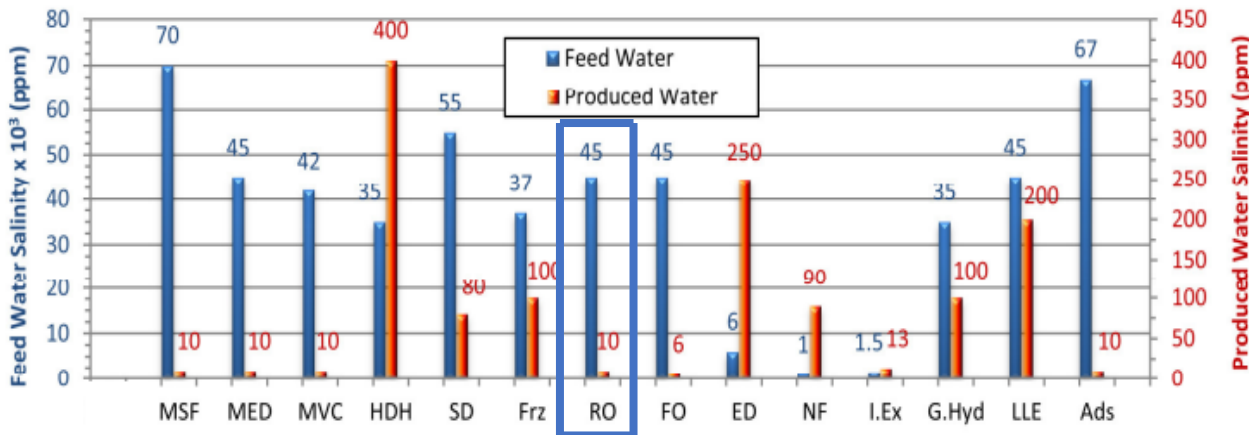


- Η πιο διαδεδομένη μέθοδος => **Αντίστροφη Όσμωση RO** (44% της δυναμικότητας και 80% των μονάδων παγκοσμίως): Διαρκής τεχνολογική βελτίωση (3.5-5 kWh/m³ με ανάκτηση ενέργειας), χαμηλό κόστος, ευελιξία, αποτελεσματικότητα (απαιτείται προεπεξεργασία) και απομάκρυνση βλαβερών ουσιών.
- Μόνο η RO εφαρμόζεται στη Σύρο.
- Κόστος μονάδων RO παγκοσμίως: 0.4-1.5 \$/m³ - Κόστος μονάδων RO Σύρου: 0.4-1.25 €/m³ (μέση τιμή **0.84€/m³**).
- Τιμή αγοράς νερού ύδρευσης Σύρου για 4μελή οικογένεια: **1.54€/m³** (με βάση τα διπλανά τιμολόγια της ΔΕΥΑΣ).

Τριμηνιαία κατανάλωση (m ³)	Τιμή αγοράς (€/m ³)
0-30	1.35
31-45	1.93
46-75	2.30
76-175	2.64
176+	3.52

Σύγκριση κατηγοριών Αφαλάτωσης

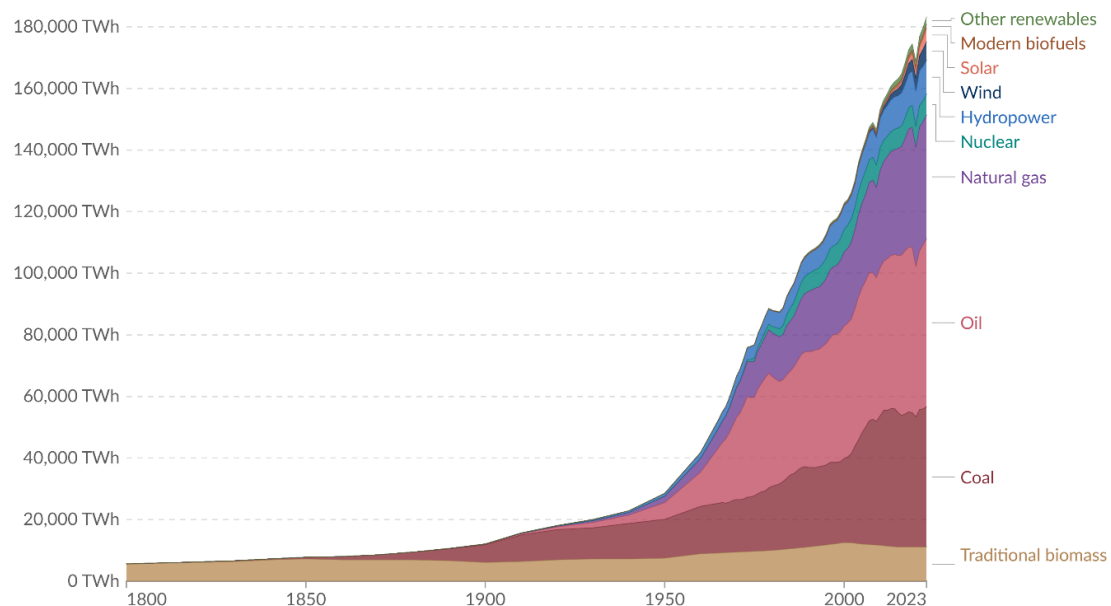
- Καθοριστικότερο κριτήριο η ενέργεια που καταναλώνεται.
- Προσρόφηση (Ads):** Νέα ανερχόμενη θερμική μέθοδος υπό έρευνα.



Εκπομπές CO₂ από καύση φυσικού αερίου

Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας - Κίνητρα

- Συνεχής αύξηση ενεργειακών αναγκών σε συνδυασμό με περιορισμένα αποθέματα ορυκτών καυσίμων => Στροφή παγκόσμιου ενδιαφέροντος προς τις ΑΠΕ.
- Κατηγορίες ΑΠΕ: Ηλιακή Ενέργεια, Αιολική Ενέργεια, Γεωθερμία, Υδροηλεκτρική Ενέργεια, Ενέργεια των Ωκεανών, Βιοενέργεια.

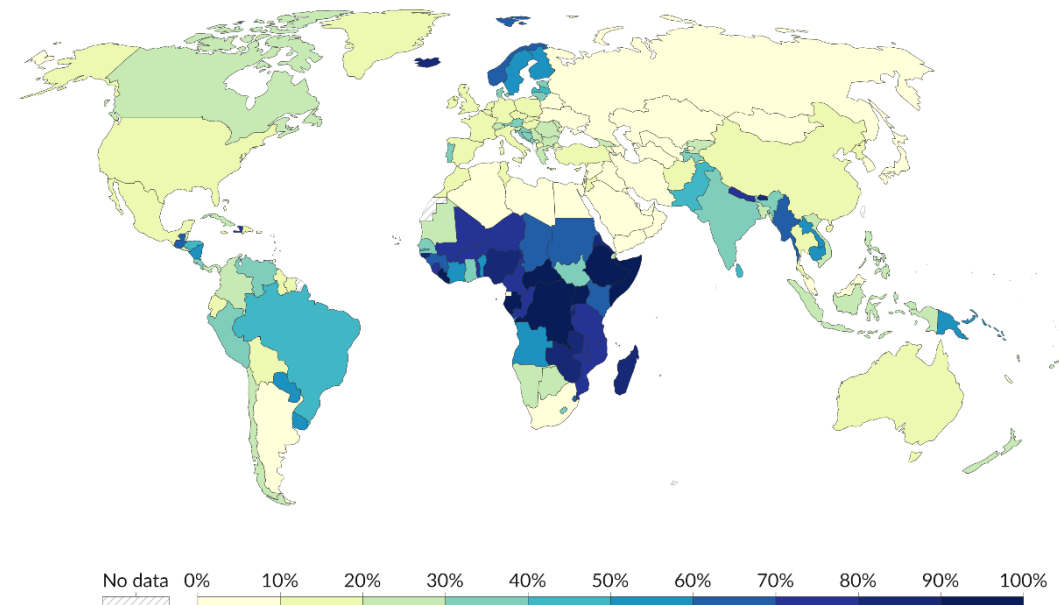


Data source: Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2024); Smil (2017)

Note: In the absence of more recent data, traditional biomass is assumed constant since 2015.

OurWorldinData.org/energy | CC BY

Παγκόσμια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας



Data source: International Energy Agency, International Renewable Energy Agency and United Nations Statistics Division

OurWorldinData.org/renewable-energy | CC BY

Ποσοστά ενεργειακής κατανάλωσης το 2021 από ΑΠΕ

Αφαλάτωση και ΑΠΕ

Θετικά

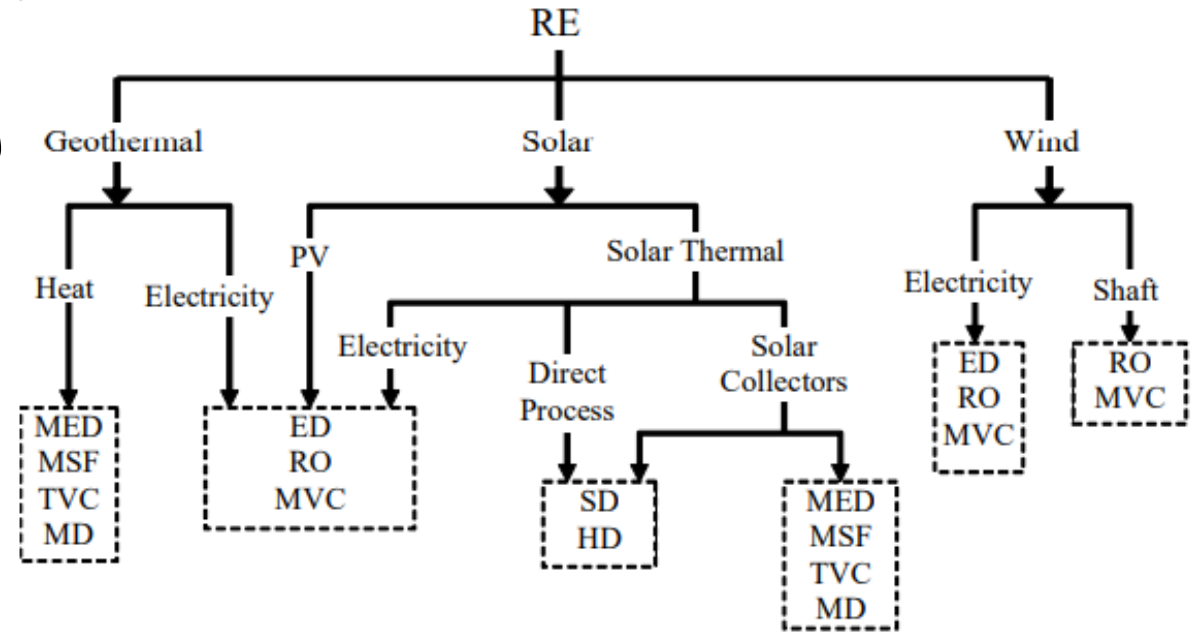
- Ευκολότερη εγκατάσταση και συντήρηση μονάδων ΑΠΕ από παροχή συμβατικής ενέργειας σε απομονωμένες περιοχές.
- Αύξηση διαθεσιμότητας ΑΠΕ το καλοκαίρι (μέγιστη υδατική ζήτηση).
- Χρήση τοπικών πόρων, αυτονομία και βιώσιμη ανάπτυξη.

Αρνητικά

- Ανεπαρκής τεχνολογική μελέτη του συνδυασμού τους.
- Υψηλό κόστος επένδυσης.
- Χρονικός περιορισμός διαθεσιμότητας ΑΠΕ ή ανεπάρκεια.
- Έλλειψη απαραίτητων υποδομών.



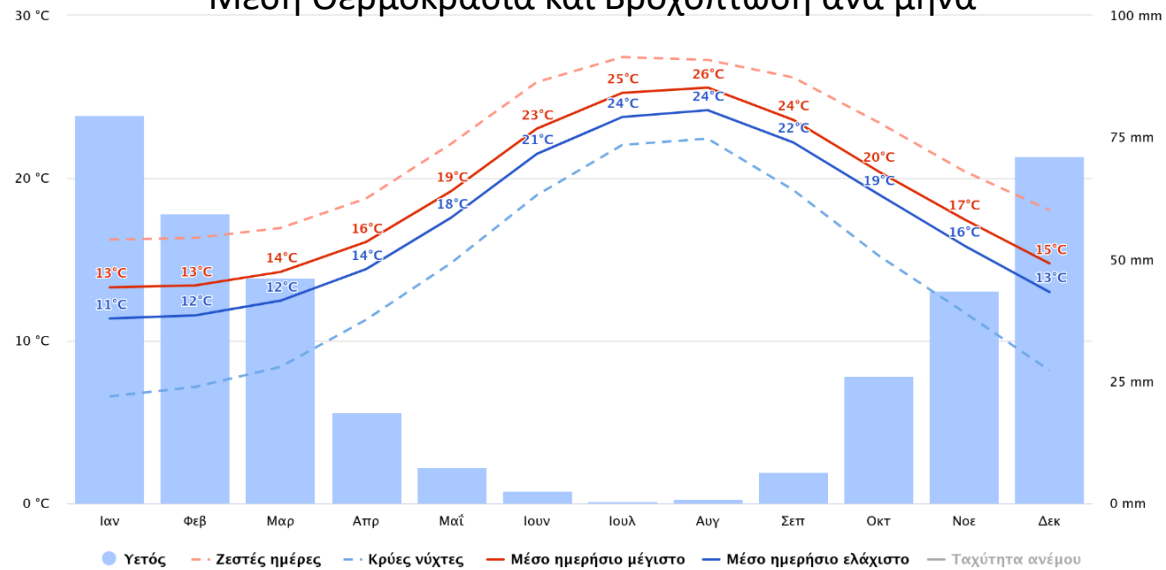
1% παγκόσμιου δυναμικού αφαλάτωσης προερχόταν από ΑΠΕ μέχρι το 2016.



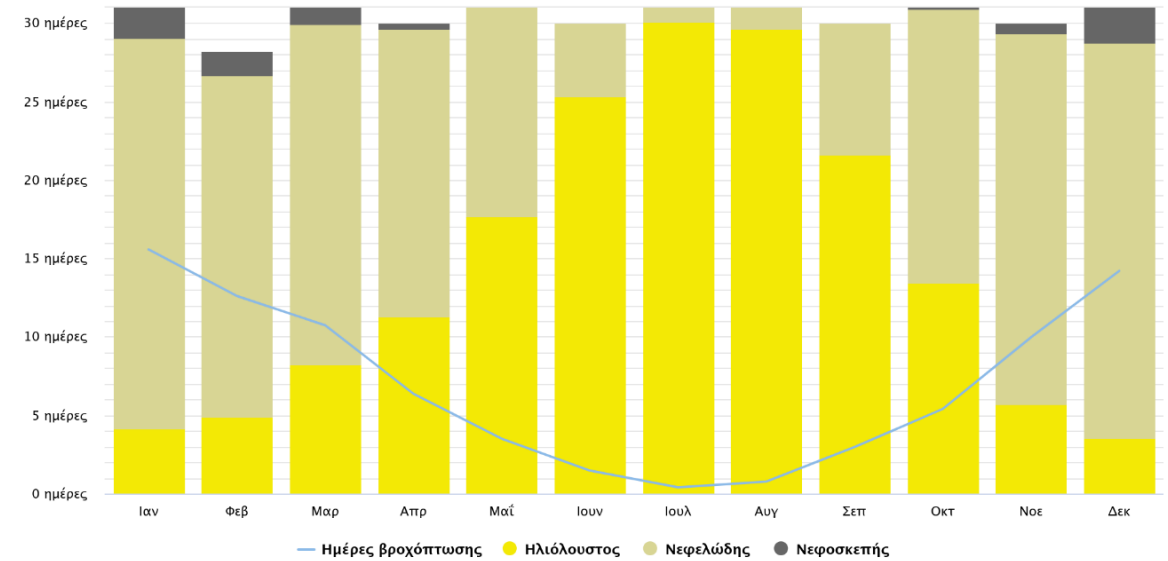
Καλύτερος συνδυασμός: RO με φωτοβολταϊκές μονάδες (PV), λόγω αφθονίας, πρόβλεψης και ελέγχου της ηλιακής ενέργειας και μετατροπής της σε ηλεκτρική απευθείας στα φωτοβολταϊκά κύτταρα.

Κλιματικά δεδομένα Σύρου

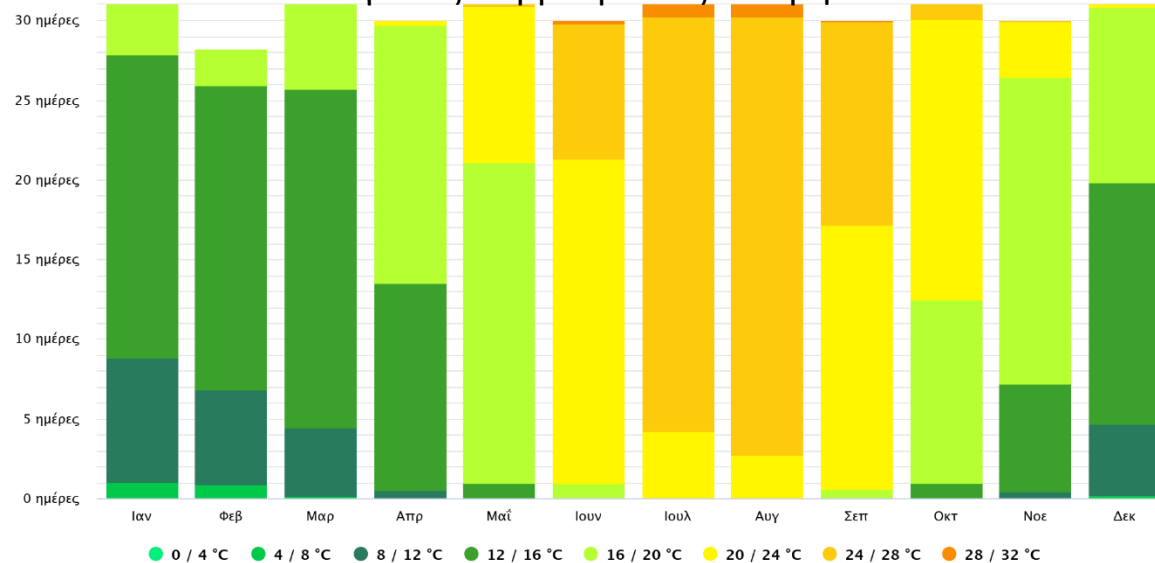
Μέση Θερμοκρασία και Βροχόπτωση ανά μήνα



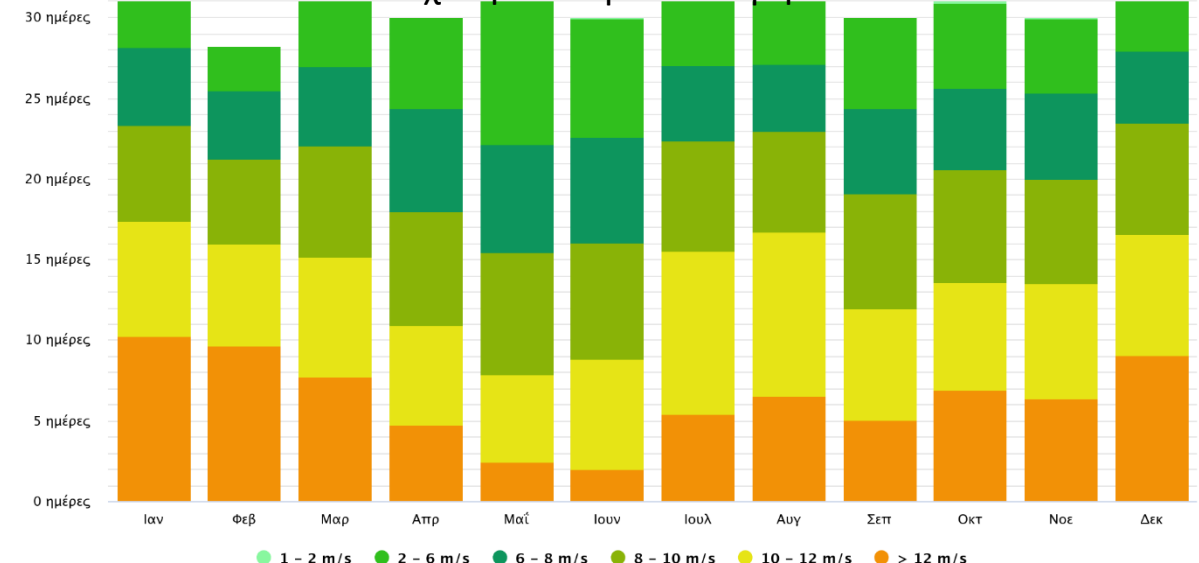
Μέσες ημέρες ηλιοφάνειας ανά μήνα



Μέγιστες Θερμοκρασίες ανά μήνα



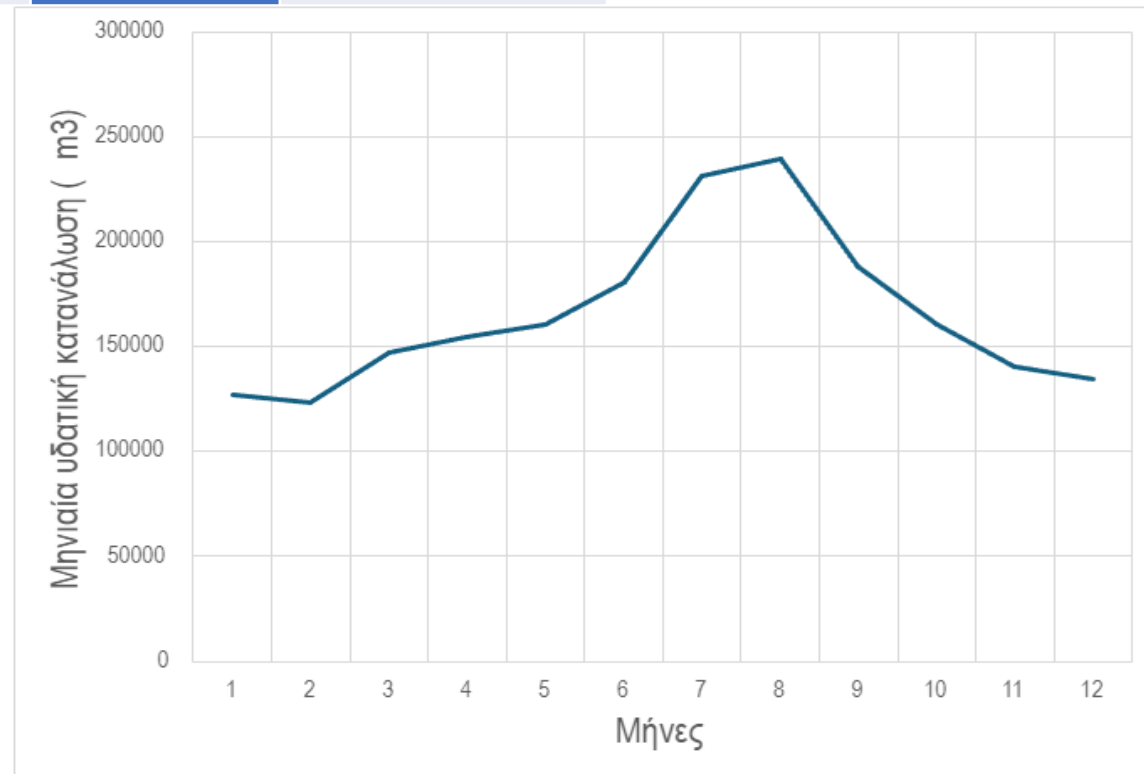
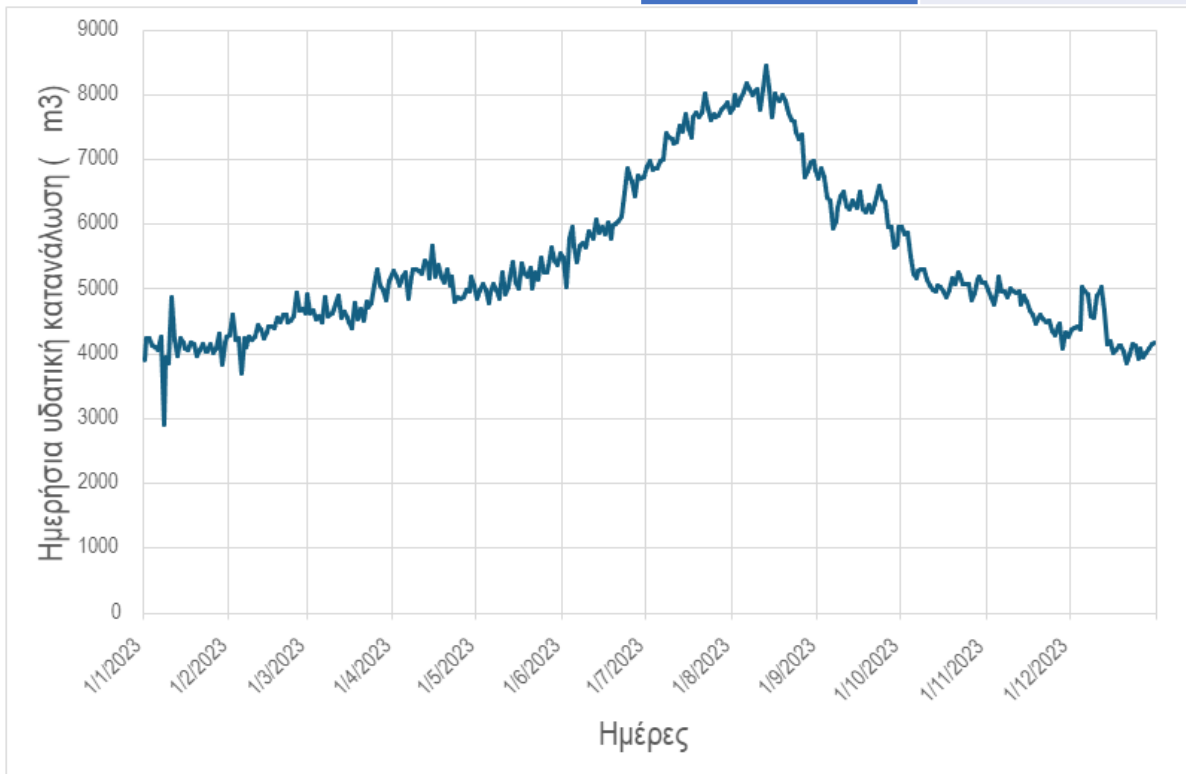
Ταχύτητα ανέμου ανά μήνα



Υδατική κατανάλωση έτους αναφοράς 2023

Μηνιαίες υδατικές καταναλώσεις (άθροιση των ημερησίων από στοιχεία του έργου **RECREATE**)

Μήνας	Υδατική κατανάλωση (m ³)	Μήνας	Υδατική κατανάλωση (m ³)
Ιανουάριος	126727.91	Ιούλιος	230934.38
Φεβρουάριος	123604.93	Αύγουστος	239214.71
Μάρτιος	147189.35	Σεπτέμβριος	188360.12
Απρίλιος	154685.96	Οκτώβριος	160816.09
Μάιος	160637.99	Νοέμβριος	140663.29
Ιούνιος	180948.83	Δεκέμβριος	134377.60



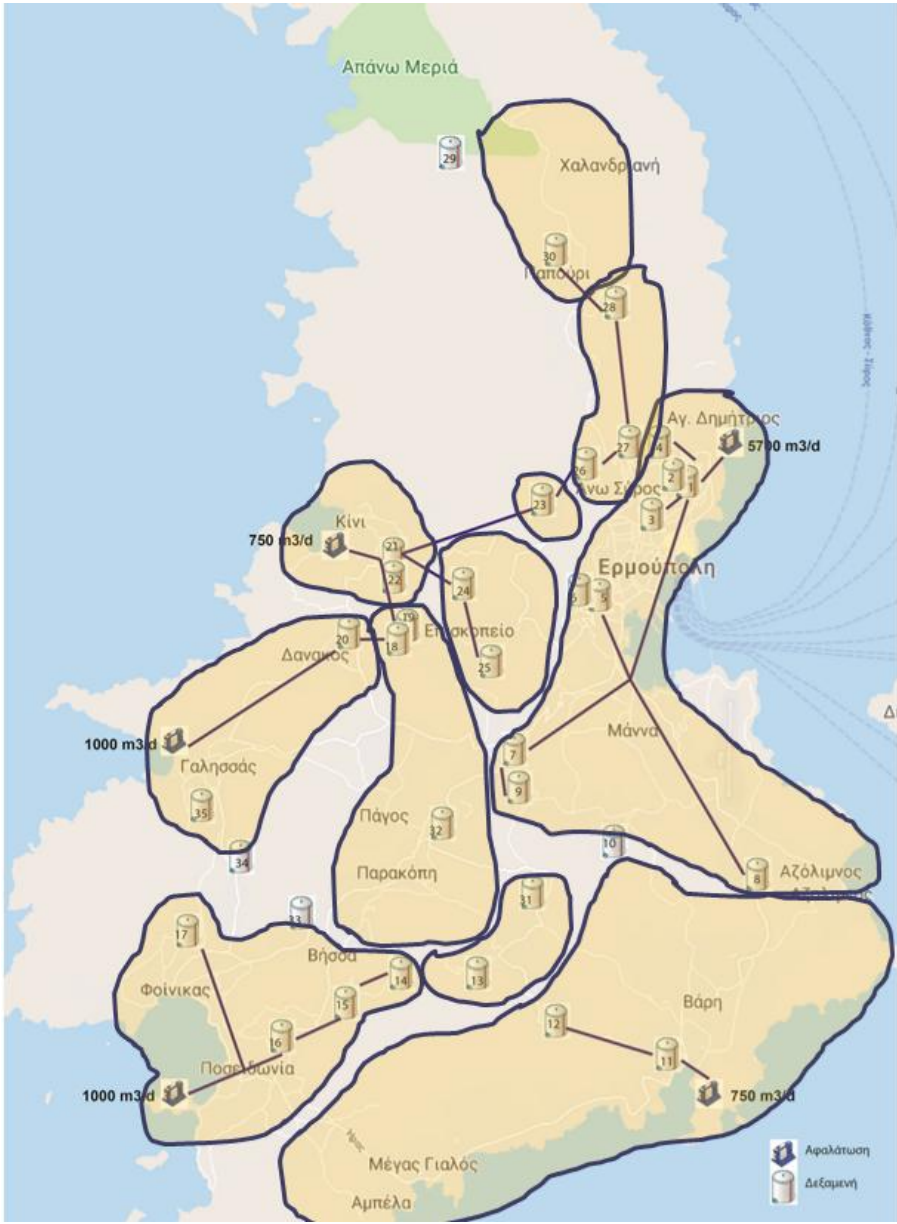
Υφιστάμενες πηγές ενέργειας Σύρου

- Διασύνδεση με ηπειρωτικό δίκτυο: Δύο υποβρύχιες καλωδιώσεις υψηλής τάσης από το Λαύριο (ολοκλήρωση 2018 και 2021).
- Αιολικό πάρκο: 4 Α/Γ τύπου Vestas V47, ονομαστικής ισχύος **4 x 660 kW**.
- Ηλιακό πάρκο: Ολική ονομαστική ισχύς 2.7-3.0 MW σε αδειοδοτούμενα οικόπεδα ολικής επιφάνειας 53300 m².
- **Παραδοχή: 7500 Φ/Β πλαίσια, 400 W και 2 m² το καθένα.**
- Αυτόνομος Σταθμός Παραγωγής (ΑΣΠ): Παλιός πετρελαϊκός σταθμός - αντικαταστάθηκε από την υποβρύχια καλωδίωση και διατηρείται σε ετοιμότητα για περιπτώσεις αιχμής ή έκτακτης ανάγκης.

Υπόμνημα	
Αιολικοί Σταθμοί - Άδεια Λειτουργίας	□
Αιολικοί Σταθμοί - Άδεια Εγκατάστασης	■
Αιολικοί Σταθμοί - Άδεια Παραγωγής	□
Αιολικοί Σταθμοί - Απόρριψη/Ανάκληση/Αυτοδίκαιη Παύση	□
Αιολικοί Σταθμοί - Σε Αξιολόγηση	■
Αιολικοί Σταθμοί - Βεβαίωση Καταχώρισης Πολυγώνου	■
Αιολικοί Σταθμοί - Αξιολόγηση Επικάλυψης Εξαιρουμένων	■
Α/Γ Αιολ. και Υβρ. Σταθμών - Άδεια Λειτουργίας	▲
Α/Γ Αιολ. και Υβριδ. Σταθμών - Άδεια Εγκατάστασης	▲
Α/Γ Αιολ. και Υβριδ. Σταθμών - Άδεια Παραγωγής	▲
Α/Γ Αιολ. και Υβριδ. Σταθμών - Απόρριψη/Ανάκληση/Αυτοδίκαιη Παύση	▲
Α/Γ Αιολ. και Υβριδ. Σταθμών - Σε Αξιολόγηση	▲
Φ/Β Σταθμοί - Άδεια Λειτουργίας	■
Φ/Β Σταθμοί - Άδεια Εγκατάστασης	■
Φ/Β Σταθμοί - Άδεια Παραγωγής	■
Φ/Β Σταθμοί - Απόρριψη/Ανάκληση/Αυτοδίκαιη Παύση	■
Φ/Β Σταθμοί - Σε Αξιολόγηση	■
Φωτοβολταϊκοί Σταθμοί - Βεβαίωση Καταχώρισης Πολυγώνου	■
Φωτοβολταϊκοί Σταθμοί - Αξιολόγηση Επικάλυψης Εξαιρουμένων	■



Υφιστάμενες δομές ύδρευσης



- 20 μονάδες αφαλάτ. RO σε 5 σημεία:

α/α	Περιοχή εγκατάστασης	Δυναμικότητα (m ³ /day)	Ετήσια παραγόμενη ποσότητα νερού (m ³ /yr), έτος αναφοράς 2023
1	Αμπελάκι- Αγ. Δημήτριος (Ερμούπολη)	5800	1 332 141
2	Όρμος Βάρης	1090	153 319
3	Αγκαθωπές- Διακόφτης (Ποσειδωνίας)	1350	209 759
4	Γαλησσά	1000	240 459
5	Κινίου	750	168 166
Σύνολο		9990	2 103 844 (95.7%)

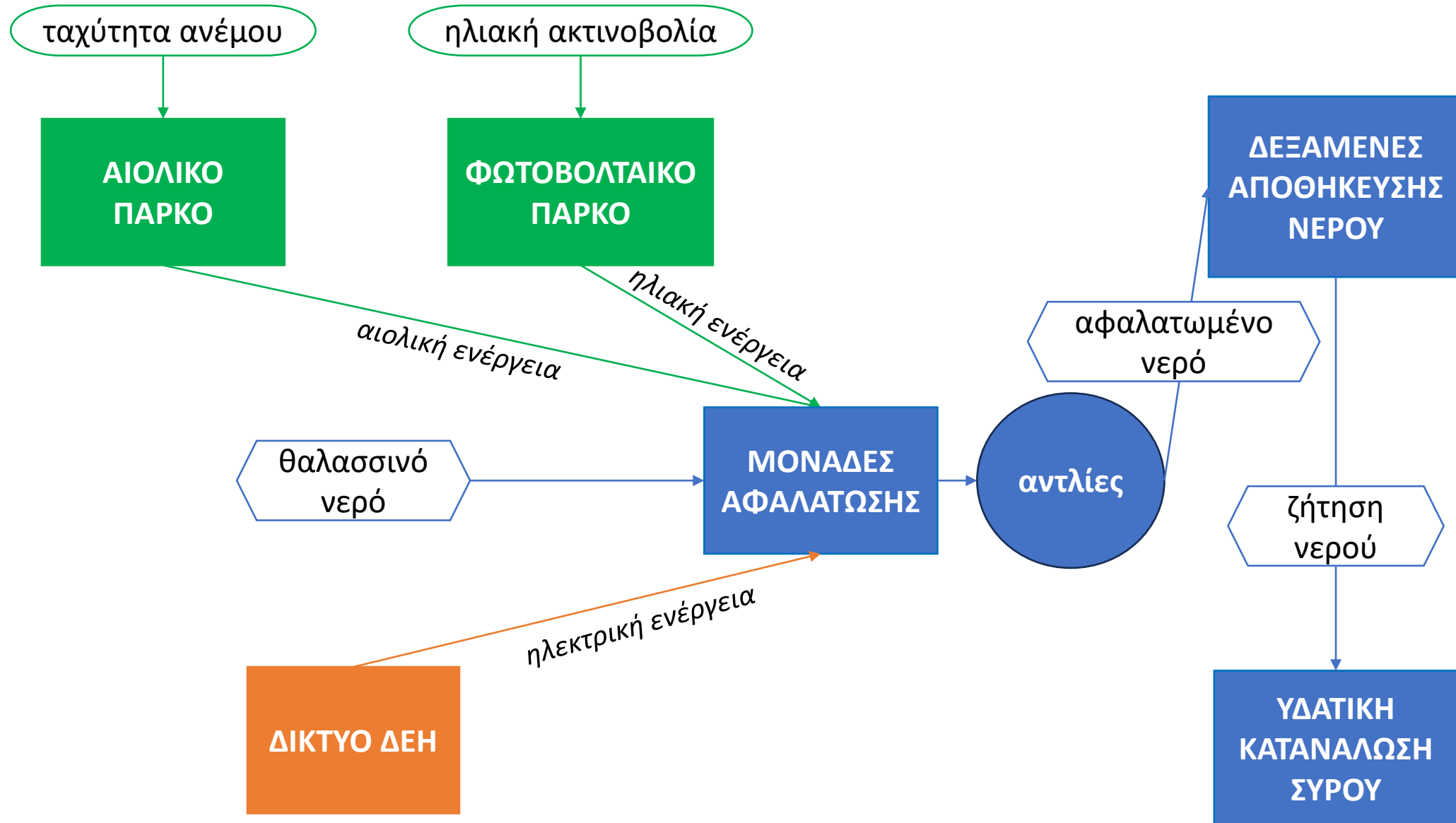
- 35 Δεξαμενές συνολικού όγκου 22400 m³.
- Μέσο μανομετρικό H = 142 m.
- 10 μεγαλύτερες:

α/α	Θέση	Υλικό κατασκευής	Χωρητικότητα (m ³)
1	Ταλάντων	Μέταλλο	5600
2	Βορνάς	Σκυρόδεμα	1900
3	Μπαρούμη στρογγυλή	Σκυρόδεμα	1800
4	Μπαρούμη τετράγωνη	Σκυρόδεμα	1500
5	Αγ. Συμεών/ Επισκόπιο	Σκυρόδεμα	1500
6	Αγ. Αθανασίου	Σκυρόδεμα	1300
7	Κοσκινά	Σκυρόδεμα	1000
8	Αγ. Συμεών	Σκυρόδεμα	850
9	Κινίου τετράγωνη	Σκυρόδεμα	750
10	Αγ. Νικολάου	Σκυρόδεμα	600

- 7 ενεργές γεωτρήσεις για έκτακτες ανάγκες:

α/α	Ονομασία	Δυναμικότητα (m ³ /h)	Βάθος (m)	Μέση ετήσια απόληψη ύδατος (m ³), έτος αναφοράς 2023
1	Φύλακα	8.7	80	34 513
2	Λιώννα	6.5	140	12 396
3	Μερτιές 1	2.6	160	11 427
4	Μερτιές 2	2.6	180	11 427
5	Παπούρι	2.8	150	0
6	Χρουσσών	3	220	22 340
7	Τερέτου	5.3	240	2 349
Σύνολο		31.5	1170	94 452 (4.3%)

Σχηματική περιγραφή του μοντέλου



Αναλυτική περιγραφή μοντέλου – Ηλιακή και Αιολική ενέργεια

1. Ωριαία χρονοσειρά ηλεκτρικής ενέργειας (MWh) από ένα Φ/Β πλαίσιο για ένα έτος:

- Δεδομένα: ωριαίες $T_{ambient}$ (°C), G (W/m²) για το 2023 από βάση δεδομένων PVGIS-SARAH3 (z=105m).

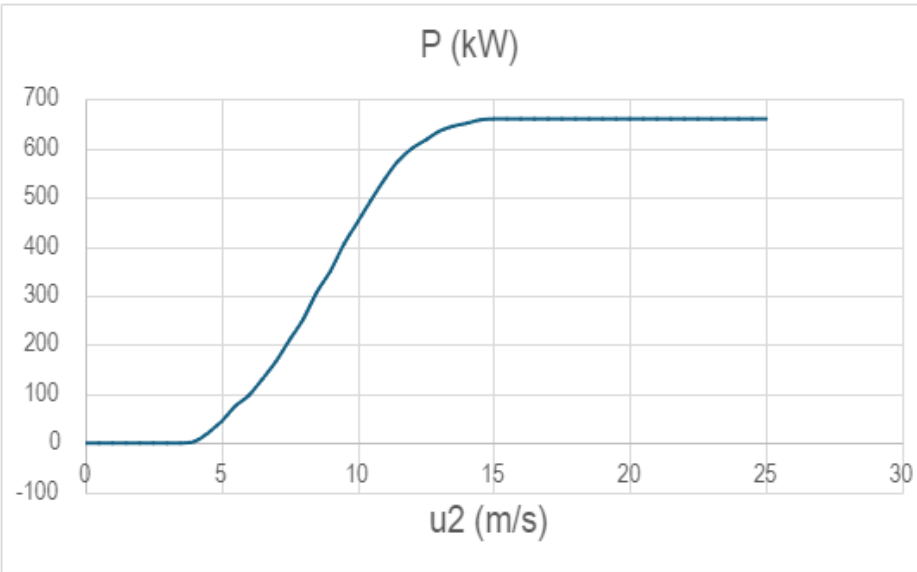
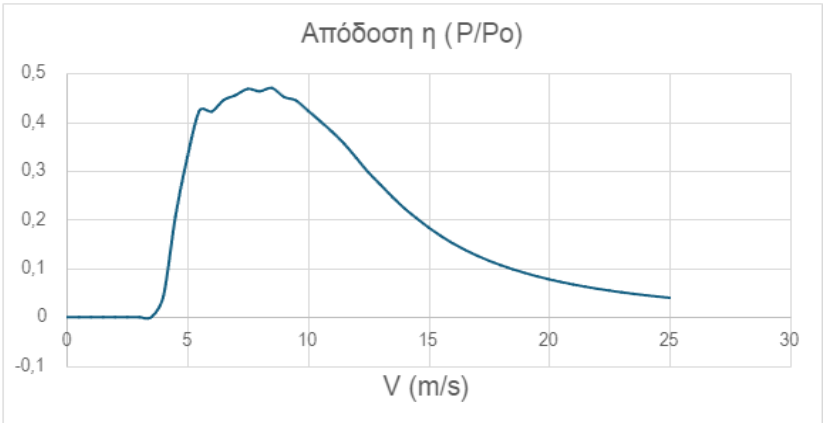
- $$n_{actual} = \begin{cases} n_{nom}, & T_c \leq T_{ref} \\ n_{nom} [1 - \alpha_T (T_c - T_{ref})], & T_c > T_{ref} \end{cases}, \text{ με } T_c (\text{ }^\circ\text{C}) = T_{ambient} + \frac{NOCT - 20}{800} G$$
- $$P_{hourly}(\text{MWh}) = \frac{n_{act}}{n_{nom}} \min [n_{nom} \cdot G \cdot A_{panel}, P_{nom}] / 10^6$$

2. Ωριαία χρονοσειρά ηλεκτρικής ενέργειας (MWh) από μία Α/Γ για ένα έτος:

- Δεδομένα: ωριαίες ταχύτητες ανέμου u_1 (m/s) για το 2023 από βάση δεδομένων PVGIS-SARAH3 (z₁=105m).

- $$u_2 = u_1 \left(\frac{\ln\left(\frac{z_2}{z_0}\right)}{\ln\left(\frac{z_1}{z_0}\right)} \right), \text{ με } z_2=440.5\text{m}.$$

- Απόδοση $\eta = P \div P_0$, με $P_0 = \frac{1}{8} \rho \cdot \pi \cdot D^2 \cdot V^3$



Τυπικές παράμετροι Φ/Β	
n_{nom}	0.21
α_T (%/°C)	0.4
T_{ref} (°C)	25
NOCT (°C)	45
A_{panel} (m ² - παραδοχή)	2
P_{nom} (W - παραδοχή)	400

Τυπικές παράμετροι Α/Γ Vestas V47	
D πτερωτής (m)	47
H πλήμνης (m)	40.5
V_{min} (m/s)	4
V_{rated} (m/s)	15
P_{max} (kW)	660
V_{max} (m/s)	25
z_0 (cm)	2
ρ αέρα (kg/m ³)	1.225

Αναλυτική περιγραφή μοντέλου – Ζήτηση νερού και εκτίμηση Όγκου Ασφαλείας Δεξαμενών

3. Ωριαία χρονοσειρά ζήτησης νερού (m^3) της Σύρου για ένα έτος:

- Δεδομένα: η ημερήσια χρονοσειρά υδατικής κατανάλωσης της Σύρου για το έτος 2023.

Τυπική κατανομή της ημερήσιας κατανάλωσης ανά τετράωρο					
0:00-4:00	4:00-8:00	8:00-12:00	12:00-16:00	16:00-20:00	20:00-24:00
5%	13%	21%	17%	28%	16%

4. Διαστασιολόγηση Δεξαμενών (m^3) – Τροφοδοσία με καταθλιπτικούς αγωγούς (λειτουργίας 20 hrs):

- Μαχ ημερήσιος όγκος εισροής: $V_H = 86400 \cdot Q_H$
- Παροχή σχεδιασμού αγωγού: $Q_d = V_H / T_{\lambda\epsilon\iota\tau}$
- Ισοζύγια εισροών- εκροών με μηδενισμό της εισροής

σε διαδοχικά τετράωρα:

$V_{\rho\nu\theta\mu} = \max\{V_s\} + |\min\{V_d\}|$ για τον
δυσμενέστερο μηδενισμό.

- Όγκος πυρκαγιάς 3 hrs, 2 κρουνοί των 5 L/s:

$$V_{\pi\nu\rho} = nQ_{\pi\nu\rho}T_{\pi\nu\rho} = 2 \cdot 5 \cdot 3 \cdot 3600 = 108 m^3$$

- Εφεδρικός όγκος για 4ωρη βλάβη: $V_{\beta\lambda} = Q_d \cdot T_{\beta\lambda}$

- Όγκος ασφαλείας: $V_{\alpha\sigma\varphi} = \max\{V_{\pi\nu\rho}, V_{\beta\lambda}\}$

- Ωφέλιμος όγκος δεξαμενών: $V_{\omega\varphi} = V_{\rho\nu\theta\mu} + V_{\alpha\sigma\varphi}$

Ώρα	Εισροή (m^3)	Εκροή (%)	Εκροή (m^3)	Αθροιστική Εισροή (m^3)	Αθροιστική Εκροή (m^3)	Διαφορά (m^3)
0-4	$V_H/5$	5	$0.05V_H$	$V_H/5$	$0.05V_H$	$0.15V_H$
4-8	$V_H/5$	13	$0.13V_H$	$2V_H/5$	$0.18V_H$	$0.22V_H$
8-12	$V_H/5$	21	$0.21V_H$	$3V_H/5$	$0.39V_H$	$0.21V_H$
12-16	$V_H/5$	17	$0.17V_H$	$4V_H/5$	$0.56V_H$	$0.24V_H$
16-20	0	28	$0.28V_H$	$4V_H/5$	$0.84V_H$	$-0.04V_H$
20-24	$V_H/5$	16	$0.16V_H$	V_H	V_H	0
Σύνολο	V_H	100	V_H	$3.8V_H$	$3.02V_H$	
				Ρυθμιστικός όγκος (m^3)		$0.28V_H$

Αναλυτική περιγραφή μοντέλου – Ισοζύγιο και Κοστολόγηση

5. Ισοζύγιο συστήματος (ωριαίες χρονοσειρές):

- Ολική διαθέσιμη ενέργεια ΑΠΕ (MWh)= Πλήθος Α/Γ x Ισχύς μίας + Πλήθος Φ/Β x Ισχύς ενός πλαισίου
- Νερό που μπορεί να αφαλατωθεί από ΑΠΕ (m^3): $C_{max}^{ΑΠΕ} = \text{Ενέργεια ΑΠΕ} / \text{ενεργειακή απαίτηση} (P_{pump} = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q}{\eta})$

- Παραγόμενο πόσιμο νερό (m^3): $X_t = \begin{cases} 0, & S_{t-1} - D_t \geq S_{max} \\ \min\{(S_{max} - S_{t-1} + D_t), X_{max}^{MA}, C_{max}^{ΑΠΕ}\}, & S_{t-1} - D_t < S_{max} \end{cases}$, όπου:

D_t η ζήτηση, X_{max}^{MA} το ολικό δυναμικό των μον. Αφαλ (m^3/h), S_{max} ο συνολικός όγκος των δεξαμενών και το

αποθηκευμένο νερό στις δεξαμενές στο χρονικό βήμα t $S_t = \begin{cases} 0, & S_{t-1} + X_t < D_t \\ S_{t-1} + X_t - D_t, & S_{t-1} + X_t \geq D_t \end{cases}$

- Διαφορά Διαθεσιμότητας - Ζήτησης νερού (m^3): $\Delta\text{ιαφορα} = S_{t-1} + X_t - D_t \Rightarrow \text{Έλλειμμα αν είναι αρνητική}$
- Περίσσεια ενέργειας ΑΠΕ (MWh)= Ενέργεια ΑΠΕ – (X_t x ενεργειακή απαίτηση) $\Rightarrow$ Περίσσεια αν είναι θετική

6. Κοστολόγηση:

- Καύση ενέργειας ΑΠΕ (MWh)= X_t x ενεργειακή απαίτηση
- Λειτουργικό Κόστος ΑΠΕ (€)= Ολ. Καύση ΑΠΕ x Τιμή αγοράς
- Καύση Συμβατικής ενέργειας (MWh)= Έλλειμμα x ενεργειακή απαίτηση
- Λειτουργικό Κόστος Συμβατικής ενέργειας (€)=

Ολ. Συμβατική ενέργεια x Τιμή αγοράς

- Ετήσιο Λειτουργικό Κόστος (€/m³)=

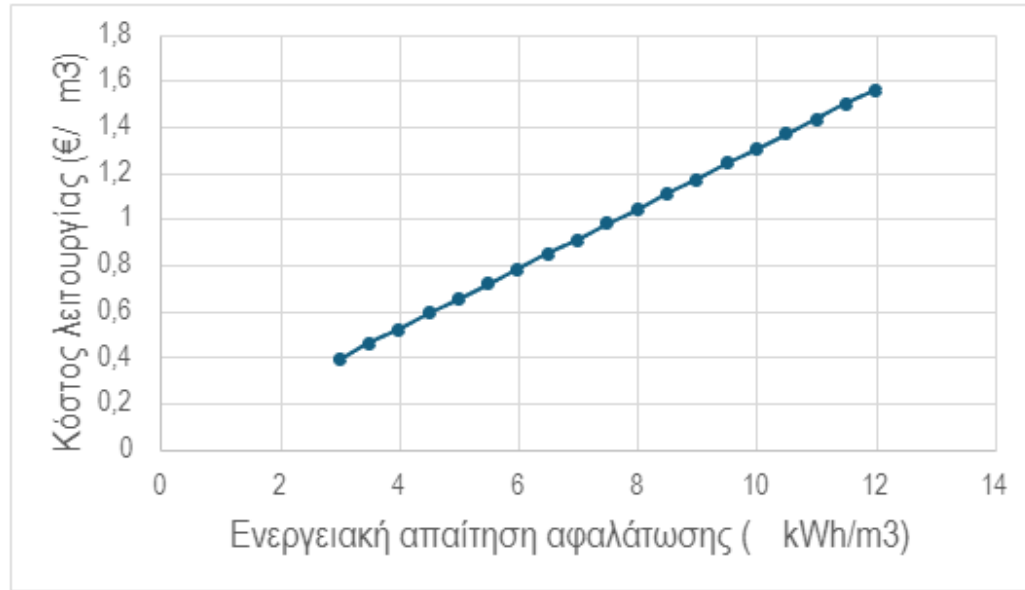
Ολ. Λειτουργικό Κόστος / Ολ. Νερό που αφαλατώθηκε

Παραδοχές συστήματος	
Ενεργειακή απαίτηση για Αφαλ. + αντλίες (kWh/m ³)	5
Τετράωρο μη λειτουργίας αντλιών	1:00π.μ.- 4:00π.μ.
Τιμή αγοράς Συμβατικής ενέργειας (€/MWh)	130 (90-190)
Τιμή αγοράς ενέργειας ΑΠΕ (€/MWh)	65 (50%)

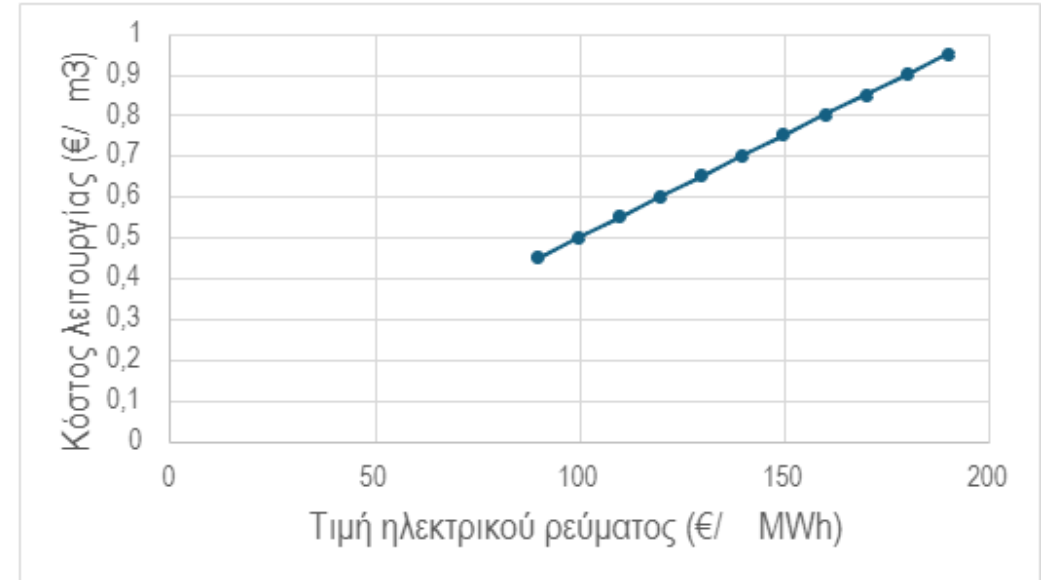
Σενάρια Λειτουργίας – Αναλύσεις ευαισθησίας 1^{ου} Σεναρίου

- 1^ο Σενάριο: Τροφοδοσία αφαλάτωσης από συμβατικό ηλεκτρικό δίκτυο – Υφιστάμενη κατάσταση => **Δείκτης: 0.65 €/m³** (για 5 kWh/m³ και 130 €/MWh)

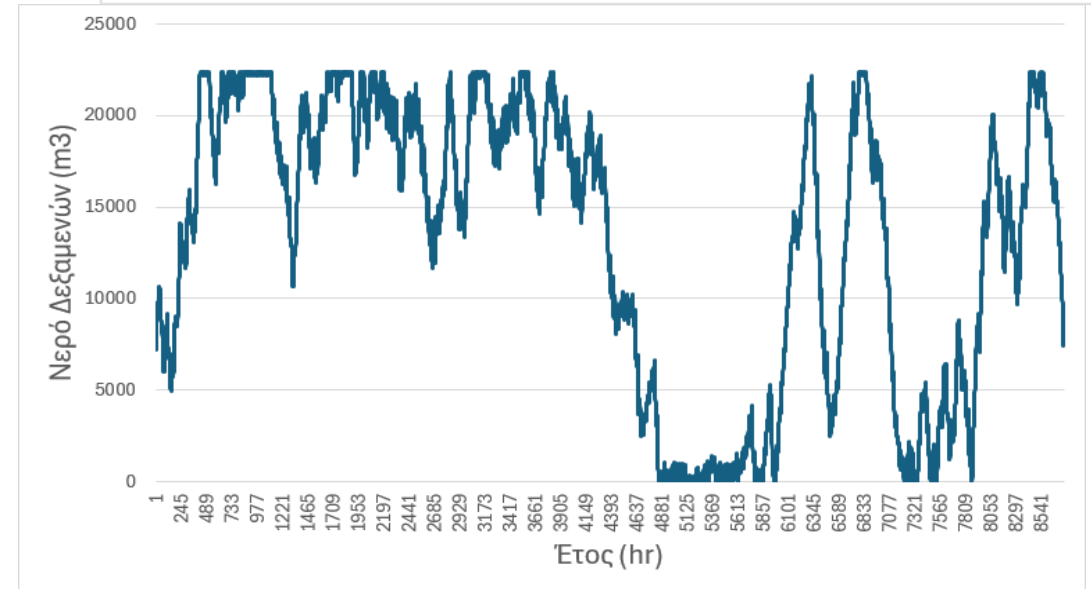
για
σταθερά
130
€/MWh:



για
σταθερά
5
kWh/m³:

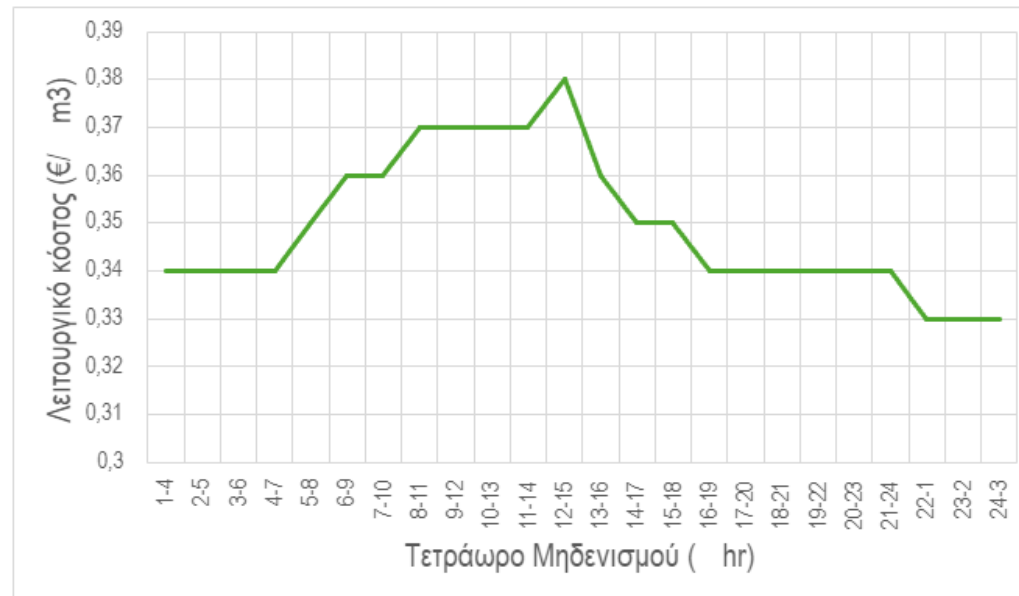
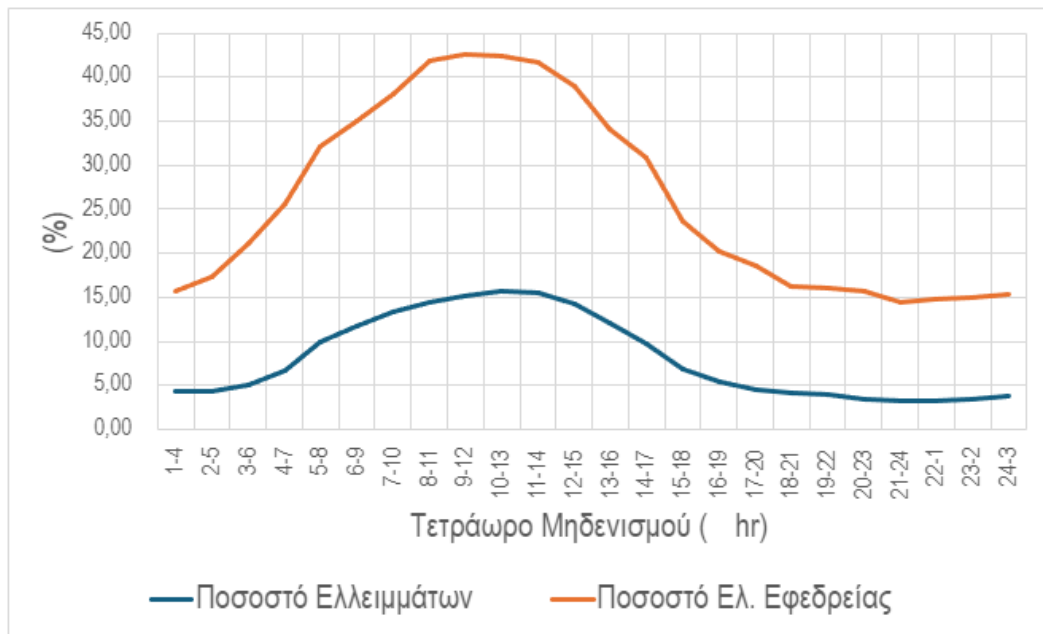


- 2^ο Σενάριο: Βασική τροφοδοσία από **ΑΠΕ** και εφεδρική τροφοδοσία από συμβατικό δίκτυο => **Δείκτες: 0.34 €/m³, έλλειμμα 4.27%, έλλειμμα εφεδρείας 15.67%** για $V_{\alpha\sigma\phi} = 1998 \text{ m}^3$ (για 5 kWh/m³, συμβατική 130 €/MWh, ΑΠΕ 65 €/MWh, υφιστάμενες υποδομές και ΑΠΕ της Σύρου, τετράωρο μηδενισμού 1:00-4:00)



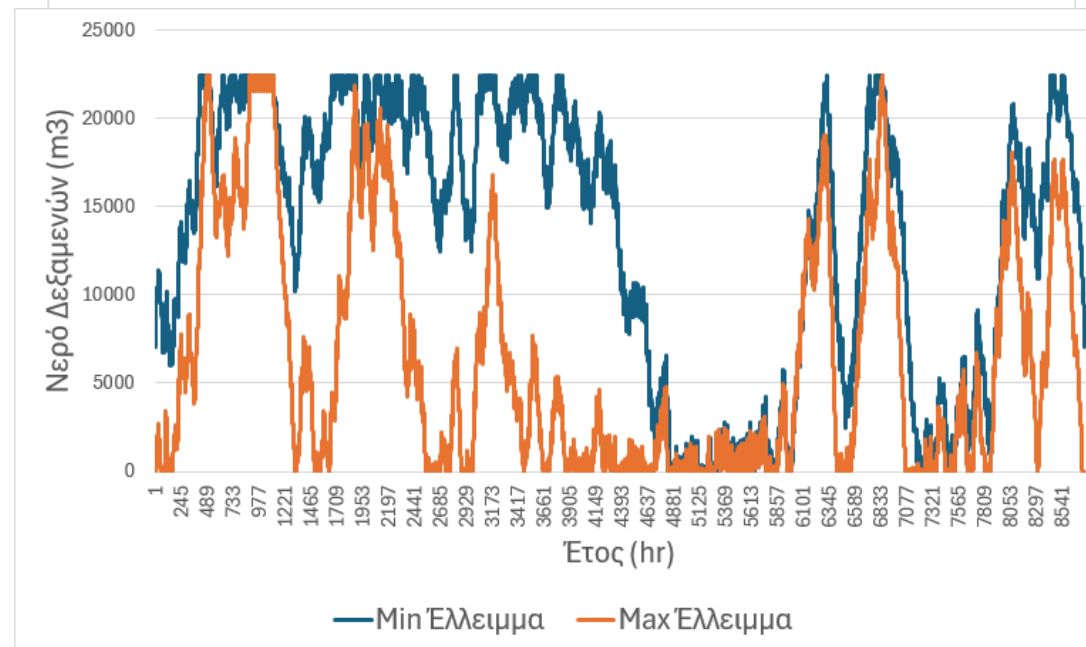
Αναλύσεις ευαισθησίας 2^{ου} Σεναρίου (1/6)

1. Εξάρτηση Δεικτών από Θέση Τετράωρου Μηδενισμού: (σταθεροί οι υπόλοιποι παράγοντες)



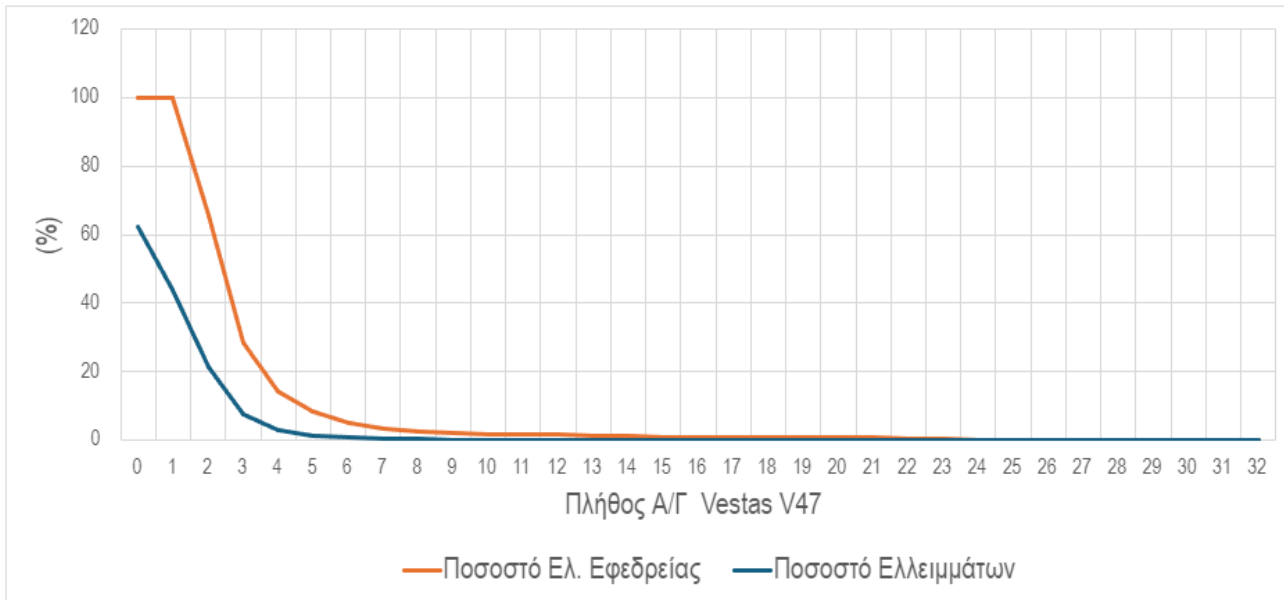
Αποθηκευμένο νερό στις δεξαμενές για:

- **Min έλλειμμα (3.23%) => Τετράωρο Μηδενισμού 21:00-24:00**
- **Max έλλειμμα (15.76%) => Τετράωρο Μηδενισμού 10:00-13:00**



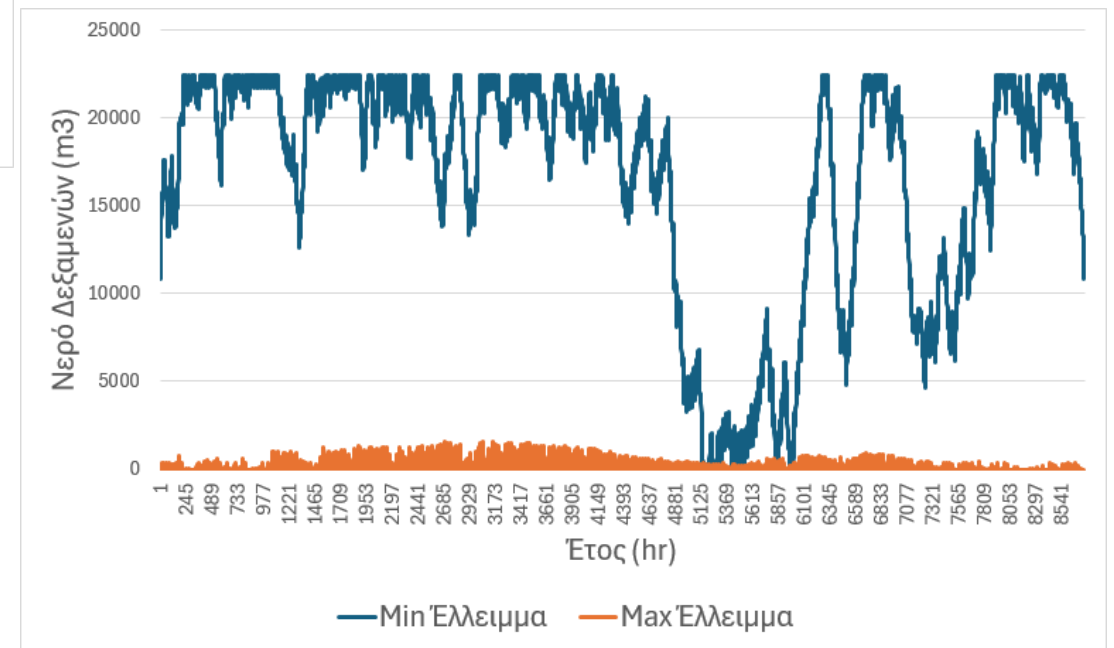
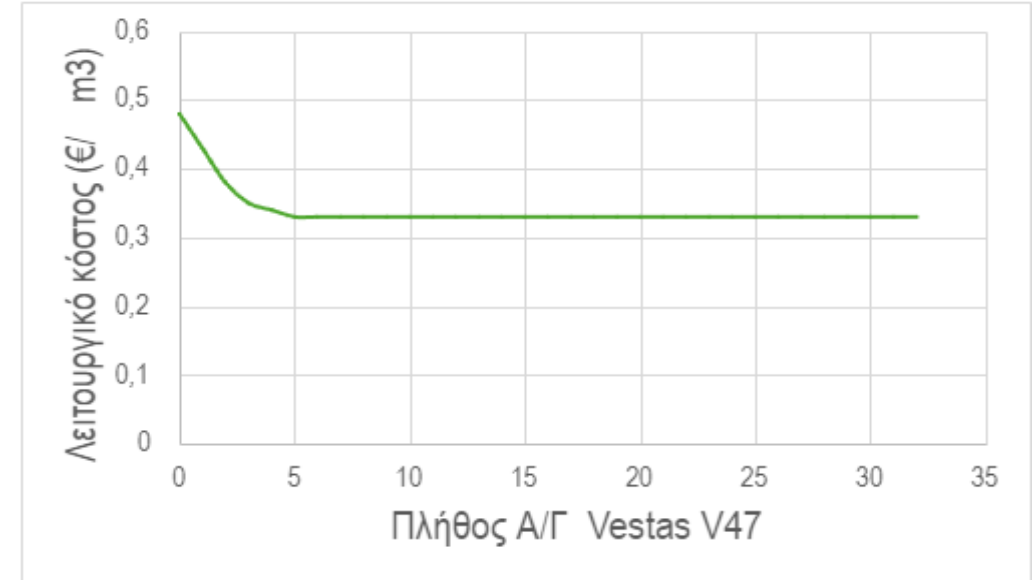
Αναλύσεις ευαισθησίας 2^{ου} Σεναρίου (2/6)

2. Εξάρτηση Δεικτών από πλήθος Α/Γ: (σταθεροί οι υπόλοιποι παράγοντες, 4ωρο μηδενισμού 21:00-24:00)



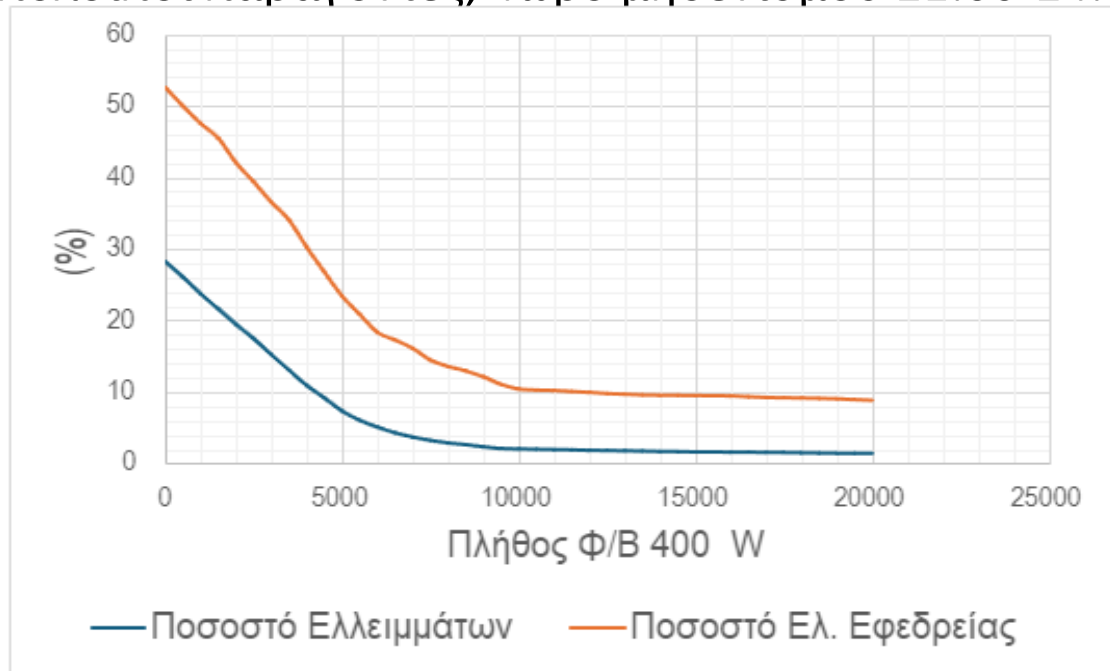
Αποθηκευμένο νερό στις δεξαμενές για:

- Έλλειμμα $\leq 1\%$ $\Rightarrow$ 6 Α/Γ Vestas V47
- Max έλλειμμα (62.45%) $\Rightarrow$ 0 Α/Γ Vestas V47



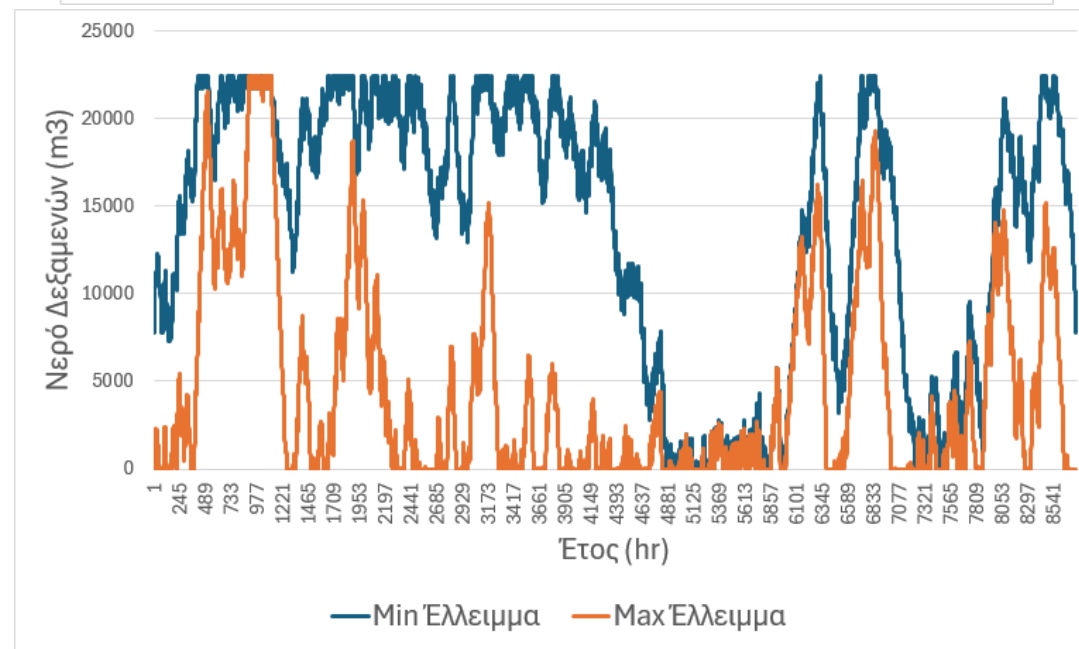
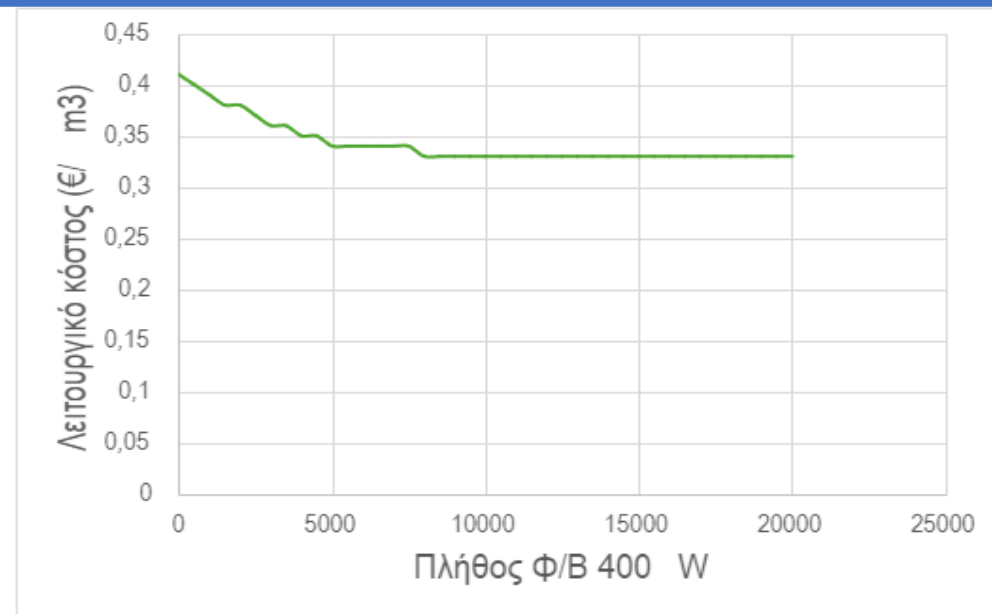
Αναλύσεις ευαισθησίας 2^{ου} Σεναρίου (3/6)

3. Εξάρτηση Δεικτών από πλήθος Φ/B: (σταθεροί οι υπόλοιποι παράγοντες, 4ωρο μηδενισμού 21:00-24:00)



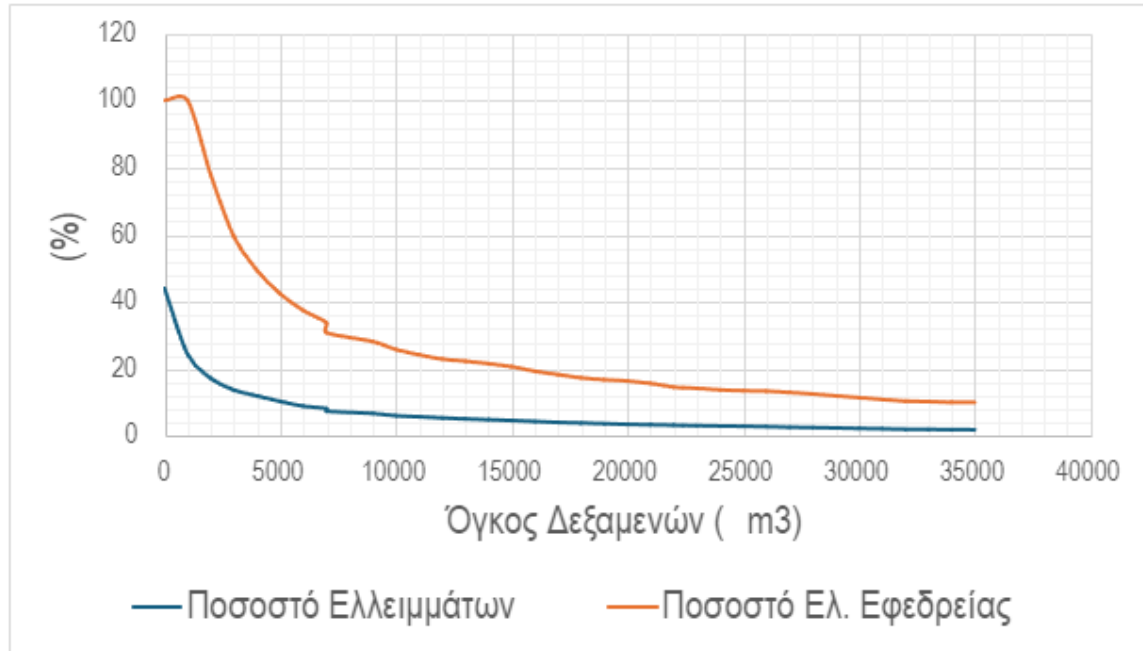
Αποθηκευμένο νερό στις δεξαμενές για:

- Έλλειμμα $\leq 3\% \Rightarrow 8000 \Phi/B \text{ } 400 \text{ W}$
- Max έλλειμμα (28.21%) $\Rightarrow 0 \Phi/B \text{ } 400 \text{ W}$



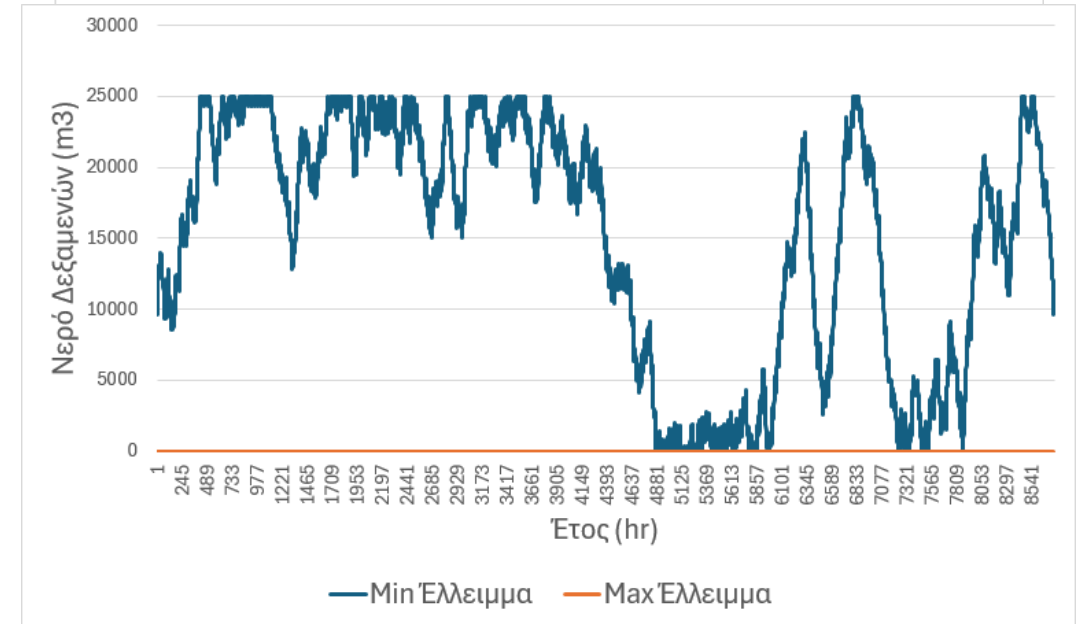
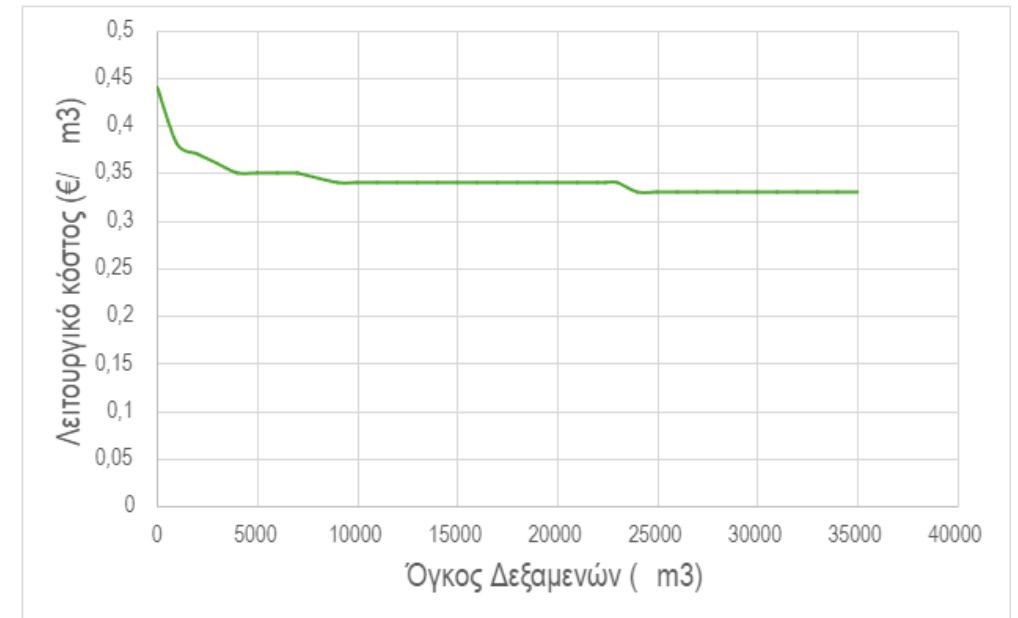
Αναλύσεις ευαισθησίας 2^{ου} Σεναρίου (4/6)

4. Εξάρτηση Δεικτών από Χωρητικότητα Δεξαμενών Αποθήκευσης: (σταθεροί οι υπόλοιποι παράγοντες, 4ωρο μηδενισμού 21:00-24:00)



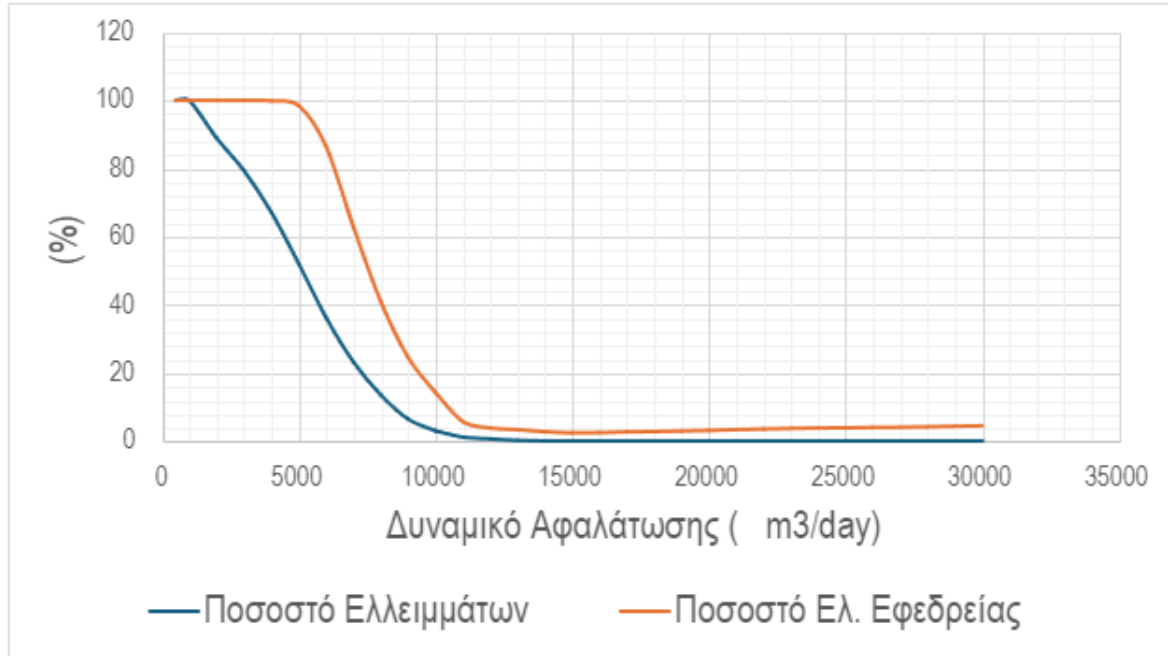
Αποθηκευμένο νερό στις δεξαμενές για:

- Έλλειμμα $\leq 3\%$ $\Rightarrow$ Χωρητικότητα **25000 m³**
- Max έλλειμμα (**44.03%**) $\Rightarrow$ Χωρητικότητα **0 m³**



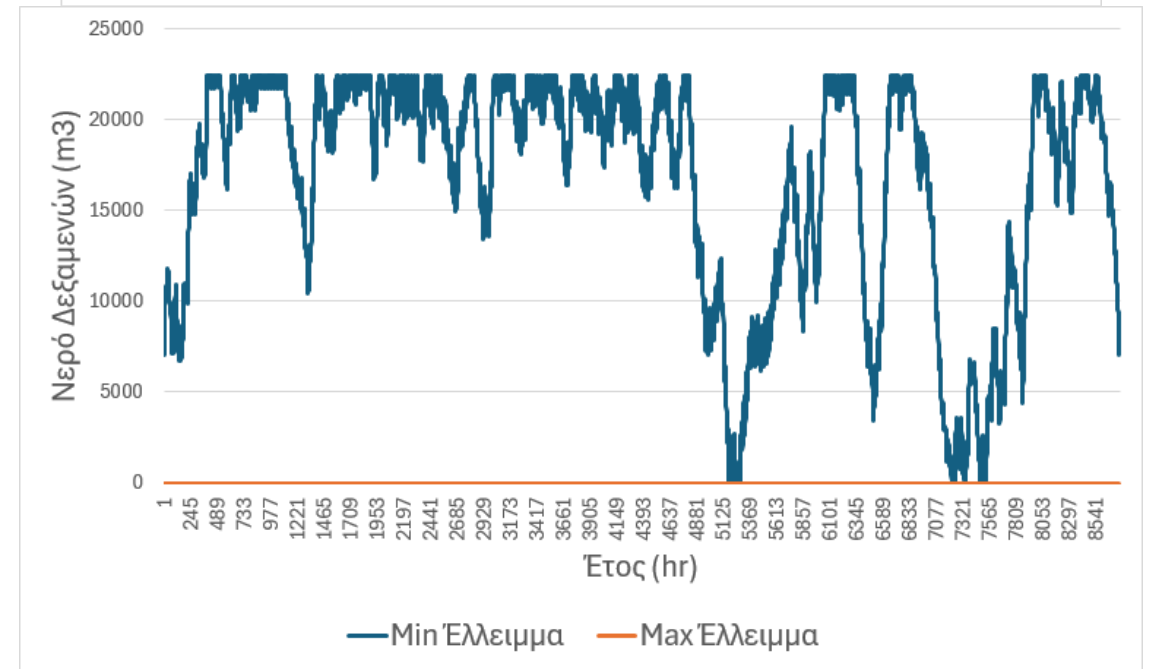
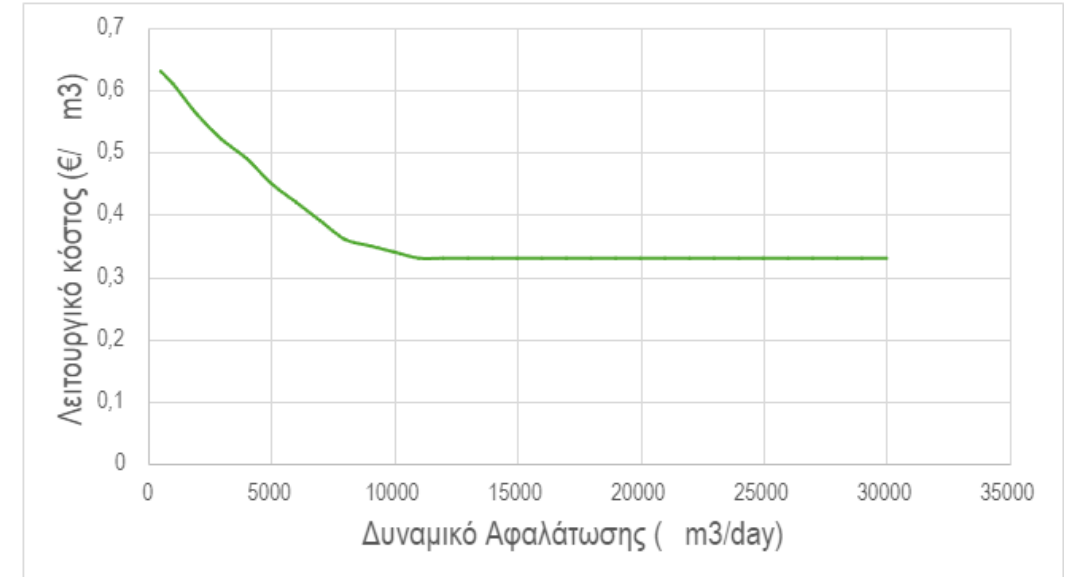
Αναλύσεις ευαισθησίας 2^{ου} Σεναρίου (5/6)

5. Εξάρτηση Δεικτών από ολικό Δυναμικό Αφαλάτωσης: (σταθεροί οι υπόλοιποι παράγοντες, 4ωρο μηδενισμού 21:00-24:00)



Αποθηκευμένο νερό στις δεξαμενές για:

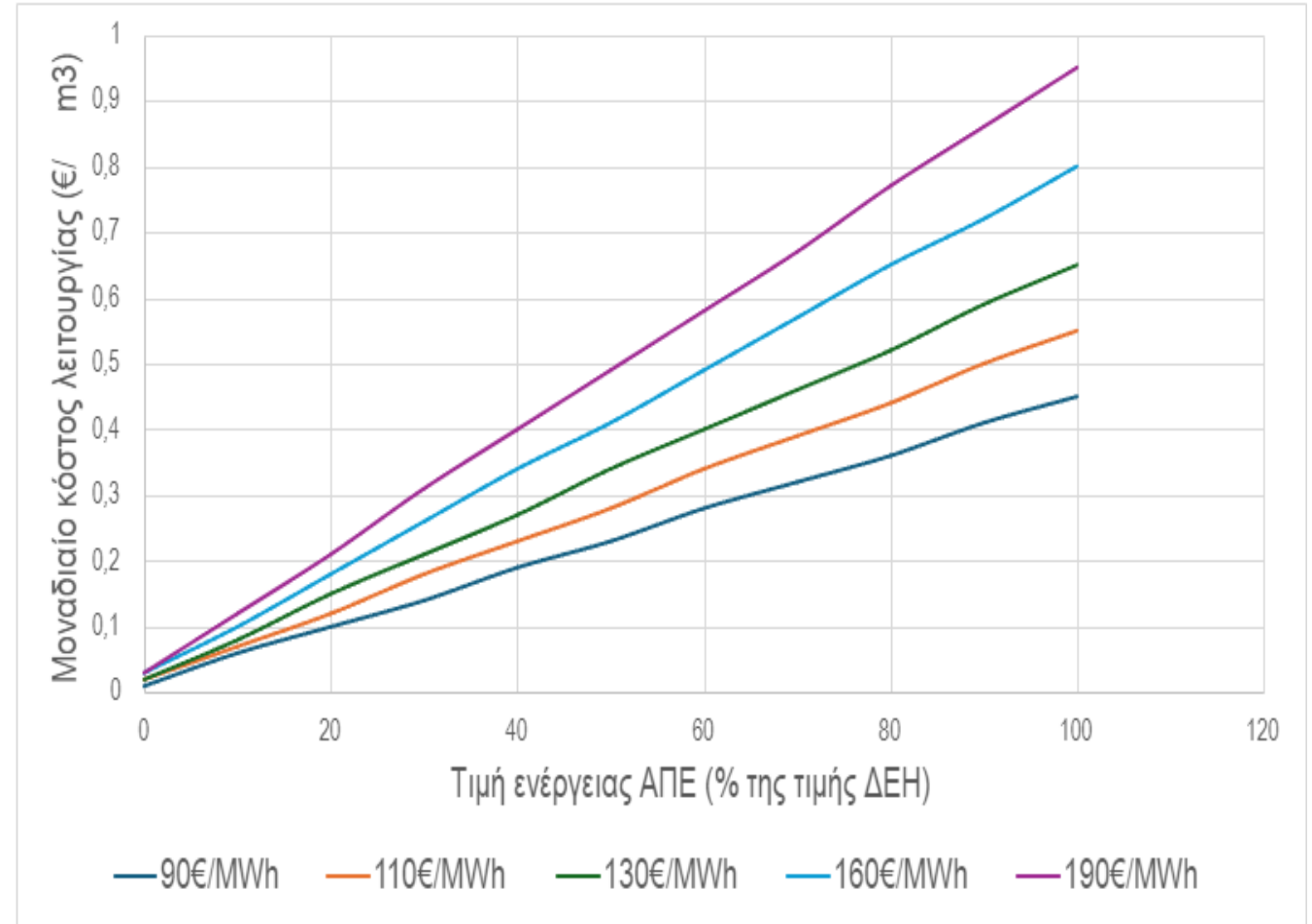
- Έλλειμμα $\leq 1\%$ => Δυναμικό **12000 m³/day**
- Max έλλειμμα (100%) => Δυναμικό **500 m³/day**



Αναλύσεις ευαισθησίας 2^{ου} Σεναρίου (6/6)

6. Εξάρτηση Δείκτη κόστους από τιμές Συμβατικής και Ανανεώσιμης ενέργειας: (σταθεροί οι υπόλοιποι παράγοντες, 4ωρο μηδενισμού 21:00-24:00)

- Τιμή ενέργειας ΑΠΕ => Ποσοστό της Συμβατικής ενέργειας. Αγνοείται η περίπτωση υπέρβασης (επιστροφή στο Σενάριο 1 - Υφιστάμενη κατάσταση)
- **Μέσο Λειτουργικό Κόστος = 0.34€/m³** (για τη μέση τιμή συμβατικής ενέργειας 130€/MWh και ενέργειας ΑΠΕ 50%)
- **Μαx Λειτουργικό Κόστος = 0.95€/m³** (για τη μέγιστη τιμή συμβατικής ενέργειας 190€/MWh και ενέργειας ΑΠΕ 100%)
- **Υφιστάμενο Λειτουργικό κόστος = 0.84€/m³** (μέση τιμή των 0.40 - 1.25€/m³)



Συμπεράσματα - Προτάσεις

Συμπεράσματα:

- Συνδυασμός υφιστάμενων ΑΠΕ και εγκαταστάσεων Σύρου => **Κάλυψη υδατικών αναγκών πάνω από το 96% των ωρών του χρόνου και μείωση κόστους λειτουργίας του συστήματος τουλάχιστον κατά 0.3€/m³** (από σενάρια 1 και 2, εφόσον η τιμή ενέργειας ΑΠΕ χαμηλότερη της συμβατικής).
- Μικρή ενίσχυση των υποδομών => **Περιορισμός ή/και εκμηδένιση υδατικού ελλείμματος και χρήσης συμβατικής ενέργειας.**
- Το καινοτόμο αυτό σύστημα για τα άνυδρα και μη διασυνδεδεμένα ελληνικά νησιά αξίζει περαιτέρω διερεύνηση.

Προτάσεις για επόμενες έρευνες:

- Αντίστοιχες μελέτες για άλλα νησιά του Αιγαίου.
- Αναλυτική οικονομική βελτιστοποίηση για σενάριο ενίσχυσης των υποδομών του νησιού.
- Προσομοίωση σε κατάλληλο πρόγραμμα ή κώδικα και διερεύνηση της σύνδεσης επιμέρους στοιχείων (π.χ. λειτουργία της κάθε μονάδας αφαλάτωσης ξεχωριστά και τα επίπεδα νερού σε κάθε δεξαμενή).
- Επέκταση της έρευνας για τουλάχιστον 10 χρόνια για εξαγωγή ασφαλών στατιστικών συμπερασμάτων.
- Χρήση ορισμένων τουλάχιστον δεξαμενών για αντλησιοταμίευση => max ανανεώσιμου ενεργειακού δυναμικού.

ΣΑΣ ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΑΣ!

