Πρόταση: Αντλησιοταμίευση Ενέργειας Γλυκού Νερού #5 – Ασπρόκρεμμος, Πάφος

Sep 26, 2026 · @Odysseas

Ενημερωτικό σημείωμα (μία σελίδα)

Προτείνεται σταθμός αντλησιοταμίευσης **γλυκού νερού** 600 MW / ~9.500 MWh στην επαρχία Πάφου, που θα αποθηκεύει την ενέργεια ΑΠΕ που σήμερα περικόπτεται και θα την επιστρέφει στο δίκτυο τις βραδινές ώρες. Το σύστημα είναι κλειστό: δεν μπαίνει θαλασσινό νερό στην ενδοχώρα.

Το πρόβλημα. Το 2025 περικόπηκαν ~316 GWh ΑΠΕ (~47% της διεσπαρμένης ΦΒ παραγωγής). Ο ΔΣΜΚ προβλέπει 462 GWh για το 2026. Η ενέργεια αυτή δεν παράγεται καθόλου και χάνεται.

Η λύση. Άνω ταμιευτήρας σε χαράδρα βόρεια της Πέτρας του Ρωμιού (θέση #5, κοιλάδα F612, κάτω από το Δάσος Ορειτών), κλειστός με φράγμα 80 m. Κάτω ταμιευτήρας το υφιστάμενο φράγμα του **Ασπρόκρεμμου**, όπου τοποθετείται και ο υπόγειος σταθμός με τις αντλίες-γεννήτριες. Το νερό για το πρώτο γέμισμα και για την κάλυψη της εξάτμισης προέρχεται από την **υφιστάμενη μονάδα αφαλάτωσης Κουκλιών**, που αναβαθμίζεται και το στέλνει στον Ασπρόκρεμμο. Το μεσημέρι οι αντλίες ανεβάζουν νερό από τον Ασπρόκρεμμο στο #5 με την πλεονάζουσα ενέργεια· το βράδυ το νερό κατεβαίνει και παράγει ρεύμα.

Βασικό μέγεθος	Τιμή
Ισχύς	600 MW (6 × 100 MW, μεταβλητών στροφών)
Αποθήκευση	~9.500 MWh (~16 ώρες σε πλήρη ισχύ)
Άνω ταμιευτήρας (#5)	Φράγμα 80 m, 18,3 εκατ. m³, 75 ha, στάθμη 367 m
Κάτω ταμιευτήρας	Ασπρόκρεμμος (52 εκατ. m³, στάθμη ~80–100 m)
Ύψος πτώσης (head)	~250 m
Σήραγγα #5 – Ασπρόκρεμμος	~6,4 km (~6,1 km σε ευθεία), Ø ~8 m
Αφαλάτωση (υφιστάμενη μονάδα Κουκλιών)	αναβάθμιση κατά ~50.000 m³/ημέρα, αγωγός ~4 km προς τον Ασπρόκρεμμο

Βασικό μέγεθος	Τιμή
Περικοπές που απορροφά	~100% (2025–2026)
Ενέργεια πίσω στο δίκτυο	240–350 GWh/έτος (~6% της κατανάλωσης)· ~600 GWh αν οι περικοπές αυξηθούν 50%
Μείωση CO_2 (χοντρική εκτίμηση)	~170–240 χιλ. τόνοι/έτος
Επιπλέον οφέλη	Αδράνεια και εφεδρεία για το απομονωμένο δίκτυο· αφαλάτωση που σε ξηρασία συμπληρώνει τον Ασπρόκρεμμο με ενέργεια που θα χανόταν· καθόλου θαλασσινό νερό στην ενδοχώρα

Κόστος. Εκτίμηση πρώιμου σταδίου **περίπου €1,54 δισ.** (εύρος €1,12–2,13 δισ., με τόκους κατασκευής και με την αναβάθμιση της αφαλάτωσης). Λειτουργία περίπου €10 εκατ./έτος.

Χρηματοδότηση. Υποψήφια εργαλεία: CEF Energy (έως ~50%, απαιτεί χαρακτηρισμό PCI), Innovation Fund (έως 60%), δάνεια ΕΤΕπ. Κρίσιμο: ένα κυπριακό σχήμα **πληρωμών διαθεσιμότητας αποθήκευσης** (όπως το ιταλικό MACSE), που επιτρέπει ο Κανονισμός (ΕΕ) 2024/1747.

Σενάριο απόσβεσης (απλή, 600 MW)	Χρόνια
Μόνο πώληση ενέργειας, περικοπές 2025–2026, χωρίς επιχορήγηση	~29–35
Μόνο πώληση ενέργειας, περικοπές +50% (τάση)	~15
+ πληρωμές διαθεσιμότητας €30–80 εκατ./έτος	~12–19
+ επιχορήγηση 50%	~15
Επιχορήγηση 50% + πληρωμές διαθεσιμότητας	~6–9

Διάρκεια ζωής έργου: 80–100 έτη. Χρόνος υλοποίησης: ~8–10 έτη.

Εναλλακτική θέση Α (εξετάστηκε). Ταμιευτήρας σε χαράδρα βόρεια του Ασπρόκρεμμου, φράγμα 70 m, ~6,1 GWh. Με την υδροληψία στο βαθύ νερό κοντά στο φράγμα του Ασπρόκρεμμου η σήραγγα βγαίνει ~7,1 km (μεγαλύτερη από του #5) και το κόστος ~€1,50 δισ., πρακτικά ίδιο. Πλεονέκτημα: η διαδρομή θραύσης καταλήγει στη λίμνη. Μειονέκτημα: ~35% λιγότερη αποθήκευση. Το #5 παραμένει η βασική πρόταση.

Ζητούμενο από το Κράτος. (1) Συμφωνία του Τμήματος Αναπτύξεως Υδάτων για τη χρήση του Ασπρόκρεμμου ως κάτω ταμιευτήρα και για τη ζώνη στάθμης λειτουργίας, (2) ένταξη της μελέτης σκοπιμότητας στον εθνικό σχεδιασμό αποθήκευσης και νερού, (3) σχεδιασμός μηχανισμού αμοιβής διαθεσιμότητας, (4) υποβολή στο δεκαετές πρόγραμμα ENTSO-E για διεκδίκηση PCI/CEF, (5) χρηματοδότηση γεωλογικής, σεισμικής και περιβαλλοντικής μελέτης.

1. Το πρόβλημα: η ενέργεια ΑΠΕ που χάνεται

Η Κύπρος περικόπτει κάθε χρόνο διπλάσια ενέργεια ΑΠΕ, γιατί το απομονωμένο σύστημα δεν έχει πού να τη βάλει το μεσημέρι.

Γιατί γίνονται οι περικοπές. Ο ΔΣΜΚ πρέπει να κρατά σε λειτουργία έναν ελάχιστο αριθμό συμβατικών μονάδων (κριτήριο N-1, ρύθμιση συχνότητας, κάλυψη της απογευματινής αύξησης φορτίου έως +400 MW) (ΔΣΜΚ – Ετήσια Πρόβλεψη). Στα ωριαία δεδομένα του ΔΣΜΚ 2025–2026 η συμβατική παραγωγή δεν πέφτει ποτέ κάτω από ~190 MW και το μεσημέρι συνήθως μένει στα ~330 MW (ΔΣΜΚ – Ποσοστά διείσδυσης). Η προημερήσια τιμή είναι συχνά 0 €/MWh το μεσημέρι και πάνω από 250 €/MWh το βράδυ.

Ποσότητες.

Έτος	Περικοπές (GWh)	Πηγή
2024	167 (πραγματικές, ~29%) · 192 (πρόβλεψη ΔΣΜΚ)	pv magazine, ΔΣΜΚ
2025	~316 (πραγματικές: 306 διανομή + 9,5 αιολικά, ~47%) · 396 (πρόβλεψη)	pv magazine, ΔΣΜΚ
2026	462 (πρόβλεψη ΔΣΜΚ)	ΔΣΜΚ

Για το 2026 ο ΔΣΜΚ προβλέπει περικοπή 25% (Ιούλιος) έως 59% (Μάρτιος, Νοέμβριος) στις πλήρως ελεγχόμενες μονάδες. Εγκατεστημένη ΦΒ ισχύς: ~957 MW στο τέλος του 2025. Αιχμή ζήτησης: ~1,5 GW (Cyprus Mail).

Συνέπειες. Αποφευκτέα καύση μαζούτ και ντίζελ, επιπλέον δικαιώματα εκπομπών (ETS), απώλειες για παραγωγούς ΑΠΕ. Η περικοπή του 2025 αντιστοιχεί σε ~200.000 t CO_2 και ~€15 εκατ. επιπλέον κόστος ETS (SMM/CyprusGrid). Οι μπαταρίες του ΔΣΜΚ (120 MW / 400 MWh) καλύπτουν μικρό μέρος του προβλήματος (Energy-Storage.News).

2. Επιλογή θέσης

Η θέση #5 (φράγμα στο 34,7300°B, 32,6250°A) επιλέχθηκε ανάμεσα σε 1.375 έγκυρες θέσεις χαράδρας στην περιοχή 32,45–32,85°A / 34,62–34,85°B.

Μέθοδος.

1. Ψηφιακό μοντέλο εδάφους Copernicus GLO-30 (30 m) (AWS open data, CDSE).
2. Υδρολογική ανάλυση (ρέματα, λεκάνες) και δοκιμαστικά φράγματα 30–90 m σε κάθε σημείο ρέματος.
3. Κριτήρια: στέψη ⩽ 1 km, όγκος ⩽ 40 εκατ. m³, ενέργεια ⩾ 500 MWh, λόγος απόστασης προς head (L/H) ⩽ 25. Κατάταξη με βάση τον λόγο νερού προς υλικό φράγματος (W/R) και την ενέργεια.
4. Έλεγχοι για χαμηλά σημεία του χείλους (υπερχείλιση), διαδρομή θραύσης προς τη θάλασσα και επιτόπιος έλεγχος με δορυφορική εικόνα (Google Earth, Esri).

Σύγκριση των τεσσάρων καλύτερων θέσεων.

	#5 (επιλεγμένη)	#7	#9	#17
Θέση φράγματος	34,7300 / 32,6250	34,6903 / 32,6339	34,7256 / 32,6106	34,7147 / 32,6294
Κοίτη (m)	287	185	232	292
Στάθμη υπερχείλισης χείλους (m)	376	255	306	345
Μέγιστο φράγμα με ⩾ 5 m περιθώριο	~84 m	~65 m	~69 m	~48 m
Όγκος με φράγμα 70 m (εκατ. m³)	12,0	17,3 (μηδενικό περιθώριο)	10,4	—
Head (m)	~340	~238	~283	~330
Απόσταση από θάλασσα (km, ευθεία)	6,1	2,8	5,0	4,9
Λεκάνη απορροής (km²)	4,5	2,7	5,6	1,9
Πρώτος οικισμός κατάντη	Νικόκλεια (~6 km)	Aphrodite Hills (2–3 km)	Νικόκλεια	Κούκλια



Εικόνα 1. Οι ταμιευτήρες και τα φράγματα (κόκκινες γραμμές) στο Google Earth: #5 (πράσινο) και #9 (κίτρινο) στην κοιλάδα του F612 κάτω από το Δάσος Ορειτών, #7 (μπλε) βόρεια-ανατολικά του Aphrodite Hills. Η μωβ γραμμή είναι η διαδρομή του νερού σε θραύση των #5/#9 προς τη θάλασσα, δίπλα από τη Νικόκλεια και την Κούκλια. Πηγή εικόνας: Google Earth, Airbus / CNES, 29/4/2026.

Γιατί το #5. Το ψηλότερο head, ένα μόνο φράγμα χωρίς δεύτερο στο χείλος, επαρκές περιθώριο στάθμης και με φράγμα 80 m, απόσταση περίπου 6,1 km σε ευθεία ως το βαθύ νερό του Ασπρόκρεμμου κοντά στο φράγμα του (κάτω ταμιευτήρας), το Αιολικό Πάρκο Ορειτών δίπλα και οικισμοί μακρύτερα κατάντη. Το #7 απορρίφθηκε: απαιτεί δεύτερο φράγμα στο χείλος πάνω σε δρόμο και κτίσματα, ενώ η διαδρομή θραύσης περνά δίπλα από τις βίλες του Aphrodite Hills. Τα #5 και #9 είναι στην ίδια χαράδρα· το #9 προτείνεται ως προαιρετικό φράγμα ανάσχεσης (ενότητα 5).

Οι τιμές προέρχονται από μοντέλο 30 m που περιλαμβάνει βλάστηση και κτίρια (DSM)· εκτιμώμενο σφάλμα όγκων ±10–30%.

3. Τεχνική περιγραφή του έργου

Το έργο είναι κλειστό σύστημα γλυκού νερού με πέντε μέρη: φράγμα και άνω ταμιευτήρας #5, σήραγγα προς τον Ασπρόκρεμμο, υπόγειος σταθμός δίπλα στον Ασπρόκρεμμο, ο Ασπρόκρεμμος ως κάτω ταμιευτήρας και η υφιστάμενη μονάδα αφαλάτωσης Κουκλιών, αναβαθμισμένη. Το θαλασσινό νερό μένει μόνο στην ακτή.

Στοιχείο	Προτεινόμενο	Σημείωση
Φράγμα #5	Λιθορριπή με πλάκα σκυροδέματος (CFRD), ύψος 80 m, στέψη περίπου 480 m, περίπου 1,7 εκατ. m³ υλικό	Ανθεκτικό σε σεισμούς· το Zipingpu (156 m) άντεξε τον σεισμό 7,9 του Wenchuan (2008)
Άνω ταμιευτήρας	Στάθμη 367 m, 18,3 εκατ. m³, 75 ha (περίπου 560 σκάλες)	Στεγανότητα ανάλογα με τη γεωλογία· όχι απαραίτητα πλήρης επένδυση
Περιθώριο στάθμης	9 m έως το χαμηλότερο σημείο του χείλους (376 m)	Δεν χρειάζεται δεύτερο φράγμα
Κάτω ταμιευτήρας	Ασπρόκρεμμος: χωρητικότητα 52 εκατ. m³, φράγμα 53 m (1982), στάθμη περίπου 80–100 m (Wikipedia)	Στις 28/3/2026 είχε 17 εκατ. m³ (32,5%) (Politis)
Head	περίπου 250 m (μέσο)	Από την ελεύθερη επιφάνεια του #5 ως την επιφάνεια του Ασπρόκρεμμου
Σήραγγα	Περίπου 6,4 km (6,1 km σε ευθεία, ως την υδροληψία στο βαθύ νερό ~300 m ανάντη του φράγματος του Ασπρόκρεμμου), Ø περίπου 8 m, παροχή περίπου 270 m³/s	Γλυκό νερό: καμία αλάτωση σε διαρροή
Σταθμός	Υπόγειος, δίπλα στον Ασπρόκρεμμο και χαμηλότερα από την ελάχιστη στάθμη της λίμνης· 6 × 100 MW αναστρέψιμες μονάδες μεταβλητών στροφών	Συνηθισμένοι στρόβιλοι γλυκού νερού· η απώλεια μιας μονάδας χωρά στην εφεδρεία

Στοιχείο	Προτεινόμενο	Σημείωση
Αφαλάτωση	Αναβάθμιση της **υφιστάμενης μονάδας αφαλάτωσης Κουκλιών** (αντίστροφη όσμωση, 15.000 → 20.000 m³/ημέρα τον Απρίλιο 2026, επέκταση σε 25.000 το 2026 κατά Cyprus Mail και Kiprinform) κατά ~50.000 m³/ημέρα για το έργο, με κοινή χρήση υδροληψίας, εκροής άλμης, γης και σύνδεσης. Νέος αγωγός ~4 km (3,6 km σε ευθεία) και ανύψωση περίπου 100 m προς τον Ασπρόκρεμμο	Πρώτο γέμισμα 18,3 εκατ. m³ σε περίπου 12 μήνες· μετά καλύπτει εξάτμιση (περίπου 1,4 εκατ. m³/έτος) και δίνει νερό για ύδρευση
Δίκτυο	Σύνδεση 132 kV	Μελέτη επάρκειας δικτύου στην περιοχή Ασπρόκρεμμου

Ενέργεια αποθήκευσης. Υπολογίζεται ως:

$$E = \rho \, g \, H \, V \, \eta = 1000 \cdot 9.81 \cdot 250 \cdot 18.3 \times 10^{6} \cdot 0.75 \approx 9.4 \text{ GWh}$$

με πυκνότητα γλυκού νερού 1.000 kg/m³ και απόδοση πλήρους κύκλου 0,75. Η τιμή στρογγυλοποιείται στα ~9.500 MWh, με αβεβαιότητα ±10% από τη στάθμη του Ασπρόκρεμμου. Η θέση του σταθμού δεν επηρεάζει την ενέργεια· μετράει μόνο η διαφορά στάθμης ανάμεσα στους δύο ταμιευτήρες.

Σύγκριση με τον αρχικό σχεδιασμό θαλασσινού νερού. Ο αρχικός σχεδιασμός έφερνε θαλασσινό νερό 6 km μέσα στην ενδοχώρα, με κίνδυνο για τους υπόγειους υδροφορείς και τον Ασπρόκρεμμο. Ο νέος σχεδιασμός τον αποφεύγει, με τίμημα χαμηλότερο head.

Φράγμα #5	Όγκος (εκατ. m³)	Επιφάνεια (ha)	Αποθήκευση με θάλασσα (GWh)	Αποθήκευση με Ασπρόκρεμμο (GWh)
70 m	12,0	52	8,7	~6,0
75 m	14,9	62	10,9	~7,6
80 m (πρόταση)	**18,3**	**75**	13,3	**~9,5**

Κανόνας λειτουργίας νερού. Τα 18,3 εκατ. m³ του έργου κυκλοφορούν ανάμεσα στο #5 και τον Ασπρόκρεμμο και δεν καταναλώνονται· χάνεται μόνο η εξάτμιση (περίπου 1,4 εκατ. m³/έτος). Προτείνεται:

- **Λογαριασμός νερού του έργου.** Το νερό που έφερε η αφαλάτωση καταγράφεται ως απόθεμα του έργου μέσα στη λίμνη και δεν χρησιμοποιείται για ύδρευση ή άρδευση. Έτσι το έργο λειτουργεί και σε ξηρασία.
- **Προτεραιότητα 1 – απόθεμα έργου.** Η αφαλάτωση καλύπτει πρώτα την εξάτμιση και κρατά το ελάχιστο απόθεμα του έργου.
- **Προτεραιότητα 2 – συμπλήρωμα σε ξηρασία.** Όταν ο Ασπρόκρεμμος είναι κάτω από ένα όριο που θα ορίσει το Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων, η ενέργεια ΑΠΕ που θα χανόταν πηγαίνει πρώτα στην αφαλάτωση και μετά στην άντληση, μέχρι η λίμνη να ανέβει πάνω από το όριο. Το επιπλέον νερό ανήκει στην ύδρευση της Πάφου.

Μεγέθη (εκτίμηση). Αφαλάτωση και ανύψωση περίπου 100 m θέλουν περίπου 4 kWh/m³, δηλαδή περίπου 4 GWh ανά εκατ. m³. Η χαμένη ενέργεια (240–350 GWh/έτος) θα έφτανε θεωρητικά για 60–85 εκατ. m³, άρα το όριο είναι το μέγεθος της μονάδας και όχι η ενέργεια. Μονάδα 50.000 m³/ημέρα (περίπου 8 MW) που δουλεύει μόνο τις ώρες περικοπής (6–8 ώρες) βγάζει περίπου 5 εκατ. m³/έτος· για να βγάζει περίπου 17 εκατ. m³/έτος μόνο από περικοπές χρειάζεται περίπου 150.000 m³/ημέρα (περίπου 25 MW, βλ. ενότητα 10). Σε έτη ξηρασίας αυτό μειώνει την ενέργεια που επιστρέφει η αντλησιοταμίευση κατά περίπου 10–15% (40–60 GWh)· σε κανονικά έτη η αφαλάτωση καλύπτει μόνο την εξάτμιση και η επίπτωση είναι αμελητέα.

4. Ενεργειακή ανάλυση

Με 600 MW ο σταθμός απορροφά πρακτικά όλη την ενέργεια που χάνεται και επιστρέφει 240–350 GWh τον χρόνο στο δίκτυο· με 300 MW θα απορροφούσε 89–98%.

Δεδομένα. Ωριαία στοιχεία ΔΣΜΚ (συμβατική, διεσπαρμένη, αιολική παραγωγή) για 01/2025–09/2026, 15.207 ώρες. Σύνολα 2025: ζήτηση ~5,66 TWh, συμβατική 4,28 TWh, ΦΒ και βιομάζα 1,17 TWh, αιολικά 0,21 TWh. Η χαμένη ενέργεια δεν καταγράφεται στα δεδομένα· η ωριαία κατανομή της ανακατασκευάστηκε από μοντέλο ηλιακής ακτινοβολίας (pvlib) και κλιμακώθηκε στα μηνιαία σύνολα του ΔΣΜΚ.

Κανόνες προσομοίωσης. Άντληση μόνο από ενέργεια που θα χανόταν· παραγωγή 17:00–06:00 στις ώρες μέγιστης ζήτησης· η συμβατική παραγωγή δεν πέφτει κάτω από 190 MW· απόδοση κύκλου 75%.

Βάση περικοπών	Χαμένη ενέργεια (GWh)	Αποθηκεύεται με 600 MW (GWh)	Επιστρέφει στο δίκτυο (GWh)	Για σύγκριση: επιστροφή με 300 MW
Πραγματικές 2025	317	317 (100%)	237	232
Πρόβλεψη ΔΣΜΚ 2025	396	396 (100%)	297	271
Πρόβλεψη ΔΣΜΚ 2026	462	461 (100%)	346	308
Περικοπές +50% (τάση)	809	809 (100%)	~607	~503

Ευρήματα.

- Η χειρότερη μέρα του χρόνου θέλει περίπου 3,6 GWh άντλησης με 600 MW. Ο ταμιευτήρας (περίπου 12,7 GWh στην άντληση) καλύπτει πάνω από 3 τέτοιες μέρες και πολυήμερη αποθήκευση (συννεφιά, άπνοια). Η αλλαγή σε γλυκό νερό δεν αλλάζει την ενέργεια που απορροφάται, γιατί το όριο είναι η ισχύς και όχι ο όγκος.
- Η καθημερινή άντληση των 3,6 GWh μετακινεί περίπου 5 εκατ. m^3 από τον Ασπρόκρεμμο (υπολογισμός)· πλήρης κύκλος μετακινεί 18,3 εκατ. m^3.
- Τα 600 MW αφήνουν περιθώριο για την αύξηση των περικοπών: με +50% απορροφούν ακόμα 100%, ενώ τα 300 MW μόνο 83%.
- Οι σύγχρονες γεννήτριες δίνουν αδράνεια και εφεδρεία· αυτό μπορεί να μειώσει την ελάχιστη συμβατική παραγωγή (περίπου 330 MW το μεσημέρι). Δεν έχει ποσοτικοποιηθεί ακόμα.

Μείωση CO_2 (χοντρική εκτίμηση). 240–350 GWh που αντικαθιστούν παραγωγή από μαζούτ/ντίζελ (0,7 t CO_2/MWh, παραδοχή) δίνουν περίπου 170–240 χιλ. t CO_2 τον χρόνο.

5. Ασφάλεια φράγματος

Το φράγμα θα ανήκει στην ανώτατη κατηγορία κινδύνου, γιατί κατάντη υπάρχουν οικισμοί· η προτεινόμενη θωράκιση είναι στιβαρό φράγμα και προαιρετικό φράγμα ανάσχεσης στη θέση #9.

Διαδρομή σε θραύση. Το νερό θα κατέβαινε δυτικά ~10 km στην κοιλάδα του F612, δίπλα από τη Νικόκλεια (~6 km), δυτικά της Κούκλιας (~8 km), διασχίζοντας τους B6 και A6. Εκτιμώμενη μέγιστη παροχή ~14.000 m^3/s (εμπειρικός τύπος Froehlich 1995,

±50%) και βάθος 8–14 m στην πεδιάδα (χοντρική εκτίμηση). Απαιτείται επίσημη μελέτη θραύσης με δισδιάστατο μοντέλο (π.χ. HEC-RAS 2D).

Μέτρα σχεδιασμού.

- Σεισμικός σχεδιασμός για τον ισχυρότερο πιθανό σεισμό (ICOLD SEE), με ειδική σεισμική μελέτη θέσης.
- Τύπος CFRD: σε αστοχία υποχωρεί σταδιακά, όχι ακαριαία.
- Θυρόφραγμα πυθμένα για γρήγορο άδειασμα· υπερχειλιστής για τη μέγιστη πιθανή πλημμύρα.
- Συνεχής παρακολούθηση (μετακινήσεις, διαρροές), σειρήνες, σχέδιο έκτακτης ανάγκης.

Προαιρετικό φράγμα ανάσχεσης #9. Στην ίδια χαράδρα, ~1,3 km κατάντη. Κρατιέται άδειο και γεμίζει μόνο σε έκτακτο περιστατικό· θυρόφραγμα πυθμένα μόνιμα ανοιχτό για τις φυσιολογικές πλημμύρες.

Ύψος #5	Όγκος #5 (εκατ. m^3)	Χωράει στο #9 (μέγ. περίπου 11,6 εκατ. m^3, φράγμα περίπου 73 m);
70 m	12,0	Σχεδόν ολόκληρο
80 m (πρόταση)	**18,3**	**Περίπου 63%· ξεχειλίζουν περίπου 6,7 εκατ. m^3**

Κόστος #9 ως φράγμα κυλινδρούμενου σκυροδέματος (RCC, αντέχει υπερχείλιση): περίπου €50–100 εκατ. Με #5 στα 80 m το #9 δεν συγκρατεί όλο το νερό, αλλά μειώνει σημαντικά τη μέγιστη παροχή προς τα κατάντη (εκτίμηση). Ο δρόμος F612 μπορεί να μείνει μέσα στη λεκάνη του #9, αφού είναι κανονικά άδεια. Αναλύεται ως επιλογή· δεν είναι συνήθης διεθνής πρακτική και χρειάζεται συμφωνία του Τμήματος Αναπτύξεως Υδάτων.

Ασφάλεια του Ασπρόκρεμμου. Η καθημερινή αυξομείωση της στάθμης του Ασπρόκρεμμου χρειάζεται έλεγχο ευστάθειας των πρανών του υφιστάμενου φράγματος (γρήγορη ταπείνωση στάθμης). Ο τύπος και η κατάσταση του φράγματος θα εξεταστούν με το Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων.

6. Εκτίμηση κόστους

Το συνολικό κόστος εκτιμάται σε περίπου **€1,54 δισ. (€1,12–2,13 δισ.)** για φράγμα 80 m / 600 MW σε κλειστό κύκλωμα γλυκού νερού, με ακρίβεια πρώιμου σταδίου −30% / +50%. Τιμές 2025, χωρίς ΦΠΑ. Οι τιμές μονάδας είναι εκτιμήσεις της μελέτης και όχι προσφορές. Σε σχέση με τον αρχικό σχεδιασμό θαλασσινού νερού το κόστος

ανεβαίνει περίπου 10% (μαζί με τη μεγαλύτερη σήραγγα ως το βαθύ νερό· η αφαλάτωση γίνεται με αναβάθμιση της υφιστάμενης μονάδας Κουκλιών): φεύγουν η θαλάσσια υδροληψία και τα υλικά θαλασσινού νερού, αλλά μπαίνουν η αναβάθμιση της αφαλάτωσης, τα έργα στον Ασπρόκρεμμο και μεγαλύτερη σήραγγα (μικρότερο head → περισσότερη παροχή για τα ίδια 600 MW).

Στοιχείο	€ εκατ. (600 MW)	Παραδοχή
Φράγμα CFRD 80 m	43–77	περίπου 1,7 εκατ. m³ × 25–45 €/m³
Υπερχειλιστής, θυροφράγματα	15–30	
Στεγάνωση ταμιευτήρα (μερική)	15–45	ανάλογα με τη γεωλογία· γλυκό νερό, όχι απαραίτητα πλήρης επένδυση
Σήραγγα περίπου 6,4 km, Ø περίπου 8,3 m	283–460	παροχή περίπου 270 m³/s
Υπόγειος σταθμός και ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός	300–460	0,5–0,77 €εκ./MW, συνηθισμένος εξοπλισμός γλυκού νερού
Έργα στον Ασπρόκρεμμο (υδροληψία/εκροή, προστασία πρανών)	20–40	εικασία
Σύνδεση με δίκτυο 132 kV	30–60	
Δρόμοι, γη	8–30	γη 10–30 €/m² (εικασία)
Αναβάθμιση αφαλάτωσης Κουκλιών +50.000 m³/ημέρα και αγωγός ~4 km	43–70	
Άμεσο κόστος	**757–1.272**	
Μελέτες και διαχείριση (+12%), απρόβλεπτα (+20–30%), τόκοι κατασκευής (+10–15%)		
Σύνολο	**1.120–2.130 (μέσο 1.540)**	

Λειτουργία και συντήρηση: περίπου €10 εκατ./έτος για 600 MW· αναγωγή από AEMO 2018, A$16.000/MW/έτος, μαζί με τη λειτουργία της αφαλάτωσης. Η ενέργεια της αφαλάτωσης (περίπου 3,5–4 kWh/m³) μπορεί να παίρνεται από περικοπές· το νερό

που περισσεύει μετά το πρώτο γέμισμα μπορεί να πωλείται για ύδρευση (δεν έχει μετρηθεί στα έσοδα).

Σύγκριση με πραγματικά έργα.

Έργο	Στοιχεία	Κόστος
Αμφιλοχία, Ελλάδα	680 MW, υπάρχων κάτω ταμιευτής	€500 εκατ. (~€0,74 εκ./MW)
Kidston, Αυστραλία	250 MW / 2 GWh, παλιά ορυχεία	A$777 εκατ.
NREL ATB 2024	10 ώρες, ένας νέος ταμιευτής	$1.730–3.250/kW
Espejo de Tarapacá, Χιλή	θαλασσινό νερό, 300 MW + 561 MW ΦΒ	$1,1 δισ. (ακυρώθηκε 10/2024)
Okinawa Yanbaru, Ιαπωνία	θαλασσινό νερό, πιλοτικό 30 MW	¥3,2 δισ. (έκλεισε 2016)
Snowy 2.0, Αυστραλία	2 GW / 350 GWh	A$3,8–4,5 → 12+ δισ. (υπέρβαση)

Το εύρος €1,9–3,5 εκ./MW της πρότασης (600 MW) βρίσκεται μέσα στο εύρος των διεθνών τιμών για έργα με νέο άνω ταμιευτήρα. Το έργο μοιάζει με την Αμφιλοχία: χρησιμοποιεί υπάρχοντα κάτω ταμιευτήρα (Ασπρόκρεμμος), άρα γλιτώνει ένα από τα δύο φράγματα.

7. Χρηματοδότηση και επιχορηγήσεις

Δύο ευρωπαϊκά εργαλεία μπορούν να καλύψουν έως το μισό του κόστους, ενώ ένα εθνικό σχήμα πληρωμών διαθεσιμότητας θα έδινε σταθερό έσοδο 15 ετών.

Εργαλείο	Τι δίνει	Καταλληλότητα για το έργο
CEF Energy	€5,8 δισ. 2021–2027· πρόσκληση 2026 €600 εκατ.· συγχρηματοδότηση συνήθως έως 50% (προς επαλήθευση)	Μόνο με χαρακτηρισμό PCI: απαιτεί ένταξη στο TYNDP της ENTSO-E και διασυνοριακό αντίκτυπο (FAQ PCI 06/2026)

Εργαλείο	Τι δίνει	Καταλληλότητα για το έργο
Innovation Fund	Έως 60% του σχετικού κόστους· καλύπτει αποθήκευση	Συνδυασμός αντλησιοταμίευσης κλειστού κυκλώματος με αφαλάτωση από περικοπές (ενέργεια και νερό μαζί): επιχείρημα καινοτομίας
Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων / InvestEU	Δάνεια μακράς διάρκειας, χαμηλού επιτοκίου	Μειώνουν το κόστος κεφαλαίου, τον κύριο παράγοντα της απόσβεσης
Ταμείο Δίκαιης Μετάβασης (ΘΑΛΕΙΑ 2021–27)	€35 εκατ. για ΑΠΕ με αποθήκευση (ΟΕΒ)· €67 εκατ. για δίκτυα (CBN)	Λήγει 2027 – μόνο για μελέτες
Ταμείο Εκσυγχρονισμού	Έσοδα ETS	Η Κύπρος δεν είναι δικαιούχος (Επιτροπή)

Πληρωμές διαθεσιμότητας. Ο Κανονισμός (ΕΕ) 2024/1747 επιτρέπει στα κράτη να πληρώνουν τη διαθέσιμη ισχύ ευέλικτων μονάδων χωρίς ορυκτά καύσιμα (Cuatrecasas). Το κόστος το επωμίζονται οι καταναλωτές της χώρας, όχι η ΕΕ. Παράδειγμα: το ιταλικό MACSE ανέθεσε 10 GWh τον Σεπτέμβριο 2025 με 15ετή συμβόλαια, κατά μέσο όρο €12.959 ανά MWh χωρητικότητας τον χρόνο, με υποχρέωση διαθεσιμότητας (Energy-Storage.News). Η Κύπρος δεν έχει ακόμη τέτοιο σχήμα· η αποθήκευση συμμετέχει στην αγορά από 30/9/2024 (Επιτροπή).

Εκτίμηση για το έργο. Η τιμή του MACSE αφορά μπαταρίες περίπου 4 ωρών και δεν μεταφέρεται αυτούσια. Αναγωγή ανά MW (περίπου €52.000/MW/έτος) δίνει περίπου €31 εκατ./έτος για 600 MW. Ρεαλιστικό εύρος για κυπριακό σχήμα: **€30–80 εκατ./έτος** (εικασία).

Προηγούμενο για την Κύπρο. Η ΡΑΕΚ ενέκρινε μπαταρίες 120 MW / 400 MWh που ανήκουν στον ΔΣΜΚ, με βάση την εξαίρεση της Οδηγίας 2024/1711 για μη διασυνδεδεμένα συστήματα (Energy-Storage.News). Η ίδια βάση θα μπορούσε να στηρίξει έργο του ΔΣΜΚ ή της ΑΗΚ.

8. Απόσβεση και σενάρια

Με 600 MW και τις προβλεπόμενες περικοπές του 2026 η απλή απόσβεση μόνο από ενέργεια είναι περίπου 29 χρόνια (εύρος 21–40)· με 50% επιχορήγηση και πληρωμές διαθεσιμότητας πέφτει στα 6–9 χρόνια. Η επιπλέον ισχύς αποδίδει όταν αυξηθούν οι περικοπές (+50% → περίπου 15 χρόνια χωρίς επιχορήγηση) και με τη GSI. Ο

σχεδιασμός γλυκού νερού κοστίζει λίγο περισσότερο, αλλά η ενέργεια που επιστρέφεται δεν αλλάζει, γιατί η αποθήκευση δεν είναι ο περιορισμός (βλ. ενότητα 4).

Έσοδα από ενέργεια. Ενέργεια επιστροφής × βραδινή τιμή. Η άντληση κοστίζει σχεδόν μηδέν, γιατί η ενέργεια θα χανόταν. Μέση βραδινή τιμή 183 €/MWh κατά το Cyprus Mail (ανάλυση 10/2025–02/2026).

Ενέργεια ανά έτος (600 MW)	150 €/MWh	183 €/MWh	220 €/MWh
237 GWh (περικοπές 2025)	44–83 (60)	34–64 (46)	27–51 (37)
297 GWh (πρόβλεψη 2025)	32–62 (45)	25–48 (35)	20–38 (28)
346 GWh (πρόβλεψη 2026)	27–51 (37)	21–40 (29)	17–32 (23)
607 GWh (περικοπές +50%)	14–26 (19)	11–21 (15)	9–17 (12,5)

Χρόνια απλής απόσβεσης, εύρος κόστους €1,12–2,13 δισ. (στην παρένθεση το μέσο €1,54 δισ.), μείον €10 εκατ./έτος λειτουργία.

Σενάρια χρηματοδότησης (600 MW, 346 GWh, 183 €/MWh, καθαρά έσοδα ενέργειας περίπου €53 εκατ./έτος):

Σενάριο	Κόστος προς απόσβεση	Ετήσια καθαρά έσοδα	Απλή απόσβεση
Χωρίς επιχορήγηση	€1.540 εκατ.	€53 εκατ.	περίπου 29 χρόνια
Χωρίς επιχορήγηση, περικοπές +50%	€1.540 εκατ.	€101 εκατ.	περίπου 16 χρόνια
+ πληρωμές διαθεσιμότητας (€30–80 εκατ.)	€1.540 εκατ.	€83–133 εκατ.	12–19 χρόνια
50% επιχορήγηση (CEF / Innovation Fund)	€770 εκατ.	€53 εκατ.	περίπου 15 χρόνια
50% επιχορήγηση + πληρωμές διαθεσιμότητας	€770 εκατ.	€83–133 εκατ.	6–9 χρόνια

Κόστος χρήματος. Χωρίς επιχορήγηση και με τις σημερινές περικοπές, το έργο δεν αποσβένεται μόνο από πώληση ενέργειας ούτε με επιτόκιο 4%. Για τον λόγο αυτό η επιχορήγηση, τα δάνεια της ΕΤΕπ και οι πληρωμές διαθεσιμότητας είναι καθοριστικά.

Ανοδικά σενάρια που δεν έχουν μετρηθεί. Εισαγωγή πλεονάσματος και εξαγωγή στις αιχμές μέσω GSI· έσοδα εφεδρείας και αδράνειας· λιγότερα δικαιώματα ETS· πώληση πόσιμου νερού από την αφαλάτωση. **Κίνδυνος:** οι βραδινές τιμές θα πέσουν αν μπουν πολλές μπαταρίες στο σύστημα· και αν οι περικοπές δεν αυξηθούν, μέρος της ισχύος των 600 MW θα μένει αχρησιμοποίητο.

9. Διασύνδεση GSI και στρατηγική φάσεων

Η διασύνδεση Great Sea Interconnector δουλεύει υπέρ του έργου, αλλά το έργο πρέπει να στέκεται και χωρίς αυτήν.

Κατάσταση (Αύγουστος 2026). Έργο €1,9 δισ., με €657 εκατ. από την ΕΕ, σε αναστολή: αντιδράσεις της Τουρκίας για τη διαδρομή, διαφωνίες Ελλάδας–Κύπρου για το κόστος, αμφιβολίες της ΕΤΕπ (Euronews). Η Αθήνα αναφέρει πιθανή επανέναρξη έως το τέλος του 2026 (Kiprinform).

Οφέλη για το έργο.

- Διασυνοριακός αντίκτυπος → προϋπόθεση για χαρακτηρισμό PCI και επιχορήγηση CEF.
- Η Ελλάδα προβλέπει περίπου 3,5 TWh περικοπές ΦΒ το 2026 (pv magazine): δυνατότητα εισαγωγής πλεονάσματος.
- Εξαγωγή αποθηκευμένης ενέργειας στις βραδινές αιχμές Ελλάδας και Ισραήλ.

Γιατί 600 MW. Ελλάδα, Κύπρος και Ισραήλ έχουν πλεόνασμα τις ίδιες μεσημεριανές ώρες, άρα η GSI δεν λύνει τις κυπριακές περικοπές και δεν ανταγωνίζεται το έργο. Με 300 MW το κυπριακό πλεόνασμα θα γέμιζε σχεδόν πλήρως τον σταθμό· τα 600 MW αφήνουν περιθώριο για την αύξηση των περικοπών και για εισαγωγές μέσω GSI. Για πλήρη περιφερειακό κόμβο χρειάζονται έως 1.000 MW.

Στρατηγική φάσεων.

Φάση	Περιεχόμενο	Προϋπόθεση
1	#5 με φράγμα 80 m (περίπου 9,5 GWh), 600 MW (6 × 100 MW), αναβάθμιση αφαλάτωσης Κουκλιών +50.000 m³/ημέρα	—
2	Επέκταση έως 1.000 MW στο ίδιο σπήλαιο σταθμού (η αποθήκευση 9,5 GWh δεν χρειάζεται αύξηση)	Λειτουργία GSI ή περαιτέρω αύξηση περικοπών

Για να γίνει η φάση 2 χωρίς νέα μεγάλα έργα, προτείνεται χώρος στο υπόγειο σπήλαιο για επιπλέον μονάδες και δεύτερη σήραγγα ή διακλάδωση στο σχέδιο. Το φράγμα γίνεται από την αρχή στα 80 m. Στη φάση 2 η ημερήσια αυξομείωση στον Ασπρόκρεμμο μεγαλώνει και πρέπει να ελεγχθεί ξανά με το Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων.

10. Μελλοντικές επεκτάσεις και προβλέψεις

Η αφαλάτωση είναι πλέον μέρος του βασικού έργου (ενότητα 3). Οι παρακάτω επεκτάσεις μένουν εκτός αρχικού έργου, αλλά με προβλέψεις περίπου €5–12 εκατ. (λιγότερο από 1% του έργου) γίνονται αργότερα χωρίς διακοπή λειτουργίας ή νέα αδειοδότηση.

1. Μεγαλύτερη αφαλάτωση για ύδρευση. Μετά το πρώτο γέμισμα, η επιπλέον δυναμικότητα των 50.000 m³/ημέρα χρειάζεται μόνο για την εξάτμιση (περίπου 1,4 εκατ. m³/έτος)· το υπόλοιπο νερό μπορεί να δοθεί στο δίκτυο ύδρευσης της Πάφου μέσω του Ασπρόκρεμμου. Αν η μονάδα δουλεύει με ενέργεια που θα χανόταν, το νερό βγαίνει φθηνότερο. Πρόβλεψη: υδροληψία, εκροή άλμης και γη για διπλάσια δυναμικότητα. Η παλιά ιδέα της αφαλάτωσης με την πίεση του ταμιευτήρα δεν ισχύει πια, γιατί ο αγωγός υπό πίεση έχει πλέον γλυκό νερό και βρίσκεται μακριά από την ακτή.

1α. Αφαλάτωση 150.000 m³/ημέρα μόνο από περικοπές. Επιλογή για να εφαρμοστεί πλήρως ο κανόνας ξηρασίας της ενότητας 3: μονάδα περίπου 25 MW που δουλεύει τις μεσημεριανές ώρες περικοπής και δίνει περίπου 17 εκατ. m³/έτος με ενέργεια σχεδόν δωρεάν. Κόστος επένδυσης μεγαλύτερο (περίπου τριπλάσια μονάδα για την ίδια ποσότητα νερού) και οι μεμβράνες αντίστροφης όσμωσης θέλουν έλεγχο για συχνές εκκινήσεις και μεταβλητό φορτίο (προς επιβεβαίωση από προμηθευτή). Το κόστος του νερού ανά m³ δεν έχει υπολογιστεί· μπορεί να χρηματοδοτηθεί από το σκέλος ύδρευσης και όχι από το ενεργειακό έργο.

2. Υδρογόνο (πιλοτικό 10–25 MW, στην ακτή, δίπλα στην αφαλάτωση). Η αφαλάτωση δίνει έτοιμο καθαρό νερό για ηλεκτρόλυση. Με 600 MW σταθμό σήμερα δεν περισσεύει χαμένη ενέργεια για ηλεκτρόλυση· το υδρογόνο γίνεται χρήσιμο μόνο αν οι περικοπές αυξηθούν πολύ ή με εισαγωγές μέσω GSI. Και τότε ο ηλεκτρολύτης θα δουλεύει λίγες εκατοντάδες ώρες τον χρόνο, άρα το υδρογόνο θα ήταν ακριβό. Πλωτή μονάδα μέσα στον ταμιευτήρα απορρίφθηκε: διακύμανση στάθμης δεκάδων μέτρων, κίνδυνος έκρηξης πάνω σε φράγμα ανώτατης κατηγορίας κινδύνου.

3. Πλωτά φωτοβολταϊκά 40–60 MWp (εκτίμηση) πάνω στον ταμιευτήρα #5. Με γλυκό νερό η διάβρωση είναι μικρή. Μειώνουν την εξάτμιση και άρα το νερό που πρέπει να αφαλατώνεται για αναπλήρωση. Η παραγωγή τους θα περικοπτόταν τις ίδιες ώρες με τα άλλα ΦΒ, άρα η αξία τους είναι κυρίως η μείωση της εξάτμισης.

Προβλέψεις που προτείνονται στο αρχικό έργο (εκτιμήσεις):

Πρόβλεψη	Κόστος τώρα (€ εκατ.)	Τι γλιτώνει αργότερα
Αγκυρώσεις στον πυθμένα του #5 για πλωτά ΦΒ, πριν το πρώτο γέμισμα	1–3	Δύτες ή άδειασμα 18 εκατ. m³
Υδροληψία και εκροή άλμης αφαλάτωσης για διπλάσια παροχή	1–3	Νέες υποθαλάσσιες εργασίες
Γη 4–6 ha στην ακτή (επέκταση αφαλάτωσης, υδρογόνο)	0,5–2	Ανεπάρκεια ή ακρίβεια γης
Κενές θέσεις στον υποσταθμό 132 kV, σωληνώσεις καλωδίων	2–5	Διακοπές, νέες άδειες
Εφεδρικές ίνες και SCADA	<0,5	—
Όλες οι επεκτάσεις μέσα στη Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων	μόνο μελέτη	Νέα αδειοδότηση 2–3 ετών

11. Κίνδυνοι, ανοικτά θέματα και επόμενα βήματα

Η πρόταση είναι αξιολόγηση πρώτου επιπέδου· πέντε θέματα μπορούν να αλλάξουν ή να σταματήσουν το έργο και πρέπει να εξεταστούν πρώτα.

#	Κρίσιμο θέμα	Τι χρειάζεται
1	Γεωλογία: θεμελίωση φράγματος, στεγανότητα (καρστ), διαδρομή σήραγγας, σπήλαιο σταθμού, κατολισθήσεις	Γεωλογική χαρτογράφηση, γεωτρήσεις
2	Σεισμικότητα και ρήγματα	Μελέτη σεισμικής επικινδυνότητας θέσης
3	Λειτουργία του Ασπρόκρεμμου: ημερήσια αυξομείωση στάθμης (έως περίπου 4,5 εκατ. m³ τη μέρα), γρήγορη κατάβαση και ευστάθεια πρανών, ποιότητα νερού, ελάχιστο απόθεμα του έργου στη λίμνη σε ξηρασία, προτεραιότητα ύδρευσης/άρδευσης	Συμφωνία με το Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων, μελέτη σταθμών και ευστάθειας πρανών

#	Κρίσιμο θέμα	Τι χρειάζεται
4	Αφαλάτωση: εκροή άλμης και θαλάσσιο περιβάλλον, χώρος στην ακτή	Θαλάσσια μελέτη διασποράς, διαχυτής άλμης
5	Χρεώσεις δικτύου και εισφορές στην ενέργεια άντλησης (διπλή χρέωση)	Διευκρίνιση από ΡΑΕΚ και ΔΣΜΚ

Άλλοι κίνδυνοι.

- Ανταγωνισμός από μπαταρίες: πάνω από 1.000 MW έχουν ήδη άδεια και στήνονται σε 1–2 χρόνια· το έργο δεν θα λειτουργούσε πριν το 2035 περίπου. Το πλεονέκτημα του έργου είναι η αδράνεια σύγχρονων μηχανών, η πολυήμερη αποθήκευση και η ζωή 80–100 ετών.
- Συνύπαρξη με το υδατικό σύστημα της Πάφου: ο Ασπρόκρεμμος είναι κυριότερη πηγή ύδρευσης και άρδευσης· χρειάζεται σαφής κανόνας για το ποιο νερό ανήκει στο έργο.
- Κόστος: εύρος −30% / +50%· τα μεγάλα υδροηλεκτρικά συχνά ξεπερνούν τον προϋπολογισμό (Snowy 2.0).
- Περιβάλλον και αρχαιότητες: Natura 2000, Δάσος Ορειτών, Εθνικό Δασικό Πάρκο Πέτρας του Ρωμιού· αρχαιολογικοί χώροι στη Σουσκιού (προς επαλήθευση) και ζώνη προστασίας της Παλαίπαφου (UNESCO)· οικοσύστημα της λίμνης Ασπρόκρεμμου.

Φορείς που πρέπει να εμπλακούν. Υπουργείο Ενέργειας, Εμπορίου και Βιομηχανίας · ΡΑΕΚ · ΔΣΜΚ · ΑΗΚ · Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων (ασφάλεια φραγμάτων) · Τμήμα Περιβάλλοντος · Τμήμα Δασών · Τμήμα Αρχαιοτήτων · Τμήμα Πολεοδομίας · Τμήμα Κτηματολογίου και Χωρομετρίας · Επαρχιακή Διοίκηση Πάφου · Κοινότητες Νικόκλειας και Κούκλιας.

Προτεινόμενα επόμενα βήματα.

1. Μελέτη σκοπιμότητας: γεωλογία, σεισμικότητα, υδρολογία, χάραξη σήραγγας, με DEM 5 m του Κτηματολογίου ή LiDAR (χρηματοδότηση μελετών από ΘΑΛΕΙΑ ή CEF).
2. Προσομοίωση συστήματος με τις μπαταρίες και τη GSI: πόση χαμένη ενέργεια μένει και πόση αξία έχει η αδράνεια.
3. Σχεδιασμός κυπριακού μηχανισμού πληρωμών διαθεσιμότητας αποθήκευσης.
4. Έλεγχος των ορίων PCI (Παράρτημα IV Καν. 2022/869) και υποβολή στο TYNDP της ENTSO-E.
5. Προκαταρκτική διαβούλευση με τις κοινότητες και το Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων.

Εναλλακτική θέση Α: βόρεια του Ασπρόκρεμμου

Για να μικρύνει η σήραγγα εξετάστηκε ταμιευτήρας ακριβώς πίσω από τον Ασπρόκρεμμο. Ανάλυση ρεμάτων (pysheds, DEM GLO-30) σε ακτίνα 4,5 km από τη λίμνη, με δοκιμαστικά φράγματα 30–100 m, έδωσε 24 θέσεις σε τρεις περιοχές. Επίπεδο ψηλό έδαφος για ταμιευτήρα με περιμετρικό ανάχωμα δεν υπάρχει (κανένα σημείο >300 m, κλίση <9°, >15 ha σε ακτίνα 4 km)· η κοιλάδα του Ξερού αμέσως πάνω από τη λίμνη είναι στα ~90–180 m και δίνει head μόνο 30–60 m. Η καλύτερη θέση είναι η Α, σε παραπόταμο που καταλήγει στον Ασπρόκρεμμο.

Υδροληψία στον Ασπρόκρεμμο. Η υδροληψία πρέπει να μένει βυθισμένη και στην ελάχιστη στάθμη. Σε χαμηλή στάθμη (π.χ. 32,5% στις 28/3/2026) το βόρειο και το ανατολικό άκρο της λίμνης στεγνώνουν (δορυφορικές εικόνες Google Earth 29/4/2026 και Esri). Για αυτό η υδροληψία και για τις δύο θέσεις τοποθετείται στο βαθύ νερό ~300 m ανάντη του φράγματος του Ασπρόκρεμμου (~34,7295°Β / 32,5585°Α). Η ακριβής θέση και το βάθος θέλουν τα βαθυμετρικά του Τμήματος Αναπτύξεως Υδάτων.

	Θέση Α	Θέση #5 (βασική πρόταση)
Φράγμα (Β / Α)	34,7896 / 32,5557	34,7300 / 32,6250
Κοίτη / στάθμη νερού	309 m / 379 m	287 m / 367 m
Ύψος φράγματος	70 m (μέγιστο, χείλος ~388 m)	80 m
Όγκος / επιφάνεια	~10,9 εκατ. m³ / 45 ha	18,3 εκατ. m³ / 75 ha
Υλικό φράγματος / στέψη	~1,1 εκατ. m³ / ~360 m	~1,7 εκατ. m³ / ~480 m
Head	~277 m	~250 m
Αποθήκευση	~6,1 GWh (~10 ώρες σε 600 MW)	~9,5 GWh (~16 ώρες)
Σήραγγα ως το βαθύ νερό	~6,7 km ευθεία (~7,1 km), Ø ~7,9 m, ~243 m³/s	~6,1 km ευθεία (~6,4 km), Ø ~8,3 m, ~270 m³/s
Ενέργεια στο δίκτυο (600 MW)	238 / 297 / 346 GWh	238 / 297 / 346 GWh
Άμεσο κόστος σήραγγας	€289–470 εκατ.	€283–460 εκατ.
Άμεσο κόστος έργου	€741–1.232 εκατ.	€757–1.272 εκατ.
Συνολικό κόστος	**€1,10–2,06 δισ. (~1,50)**	**€1,12–2,13 δισ. (~1,54)**

	Θέση A	Θέση #5 (βασική πρόταση)
Απόσβεση μόνο από ενέργεια	~28 χρόνια	~29 χρόνια
50% επιχορήγηση + διαθεσιμότητα	~6–9 χρόνια	~6–9 χρόνια

Η ωριαία προσομοίωση δίνει την ίδια ετήσια ενέργεια και στις δύο θέσεις, γιατί η μεγαλύτερη μέρα άντλησης θέλει 2,7–3,9 GWh. Η A χάνει μόνο πολυήμερη εφεδρεία (~2 δύσκολες μέρες αντί για >3).

Έλεγχος σε δορυφορική εικόνα. Ο ταμιευτήρας A καλύπτει χαράδρα με θάμνους και δασύλλιο, χωματόδρομους και λίγες αναβαθμίδες· κτίσματα μέσα στη λεκάνη δεν φαίνονται. Η διαδρομή σε θραύση (~5,9 km) περνά ~1,3 km δυτικά της Νάτας, διασχίζει δύο δρόμους, περνά δίπλα από λίγα μεμονωμένα σπίτια και καταλήγει στη λίμνη, όχι στην πεδιάδα Νικόκλειας–Κούκλιας. Ο Ασπρόκρεμμος θα έπρεπε να κρατά πάντα ελεύθερο χώρο ~11 εκατ. m³.

Εκτίμηση. Με την υδροληψία στο βαθύ νερό η A δεν έχει μικρότερη σήραγγα. Το κόστος είναι πρακτικά ίδιο με το #5 (διαφορά ~3%, μέσα στην αβεβαιότητα), με ~35% λιγότερη αποθήκευση. Το μόνο ουσιαστικό πλεονέκτημά της είναι η διαδρομή θραύσης. Το #5 παραμένει η βασική πρόταση· η A κρατιέται ως εναλλακτική για τη μελέτη σκοπιμότητας.

12. Μεθοδολογία, παραδοχές και πηγές

Όλοι οι υπολογισμοί έγιναν με ανοικτά δεδομένα και ανοικτό λογισμικό (Python: rasterio, pysheds, pvlib)· τα αρχεία είναι διαθέσιμα για έλεγχο.

Βασικές παραδοχές.

Παράμετρος	Τιμή	Προέλευση
Μοντέλο εδάφους	Copernicus GLO-30 DSM, 30 m	ESA / Copernicus
Πυκνότητα γλυκού νερού	1.000 kg/m³	φυσική σταθερά
Head #5 – Ασπρόκρεμμος	περίπου 250 m (μέσο)	DEM και στάθμες Ασπρόκρεμμου (Wikipedia, Politis)

Παράμετρος	Τιμή	Προέλευση
Απόδοση πλήρους κύκλου	75%	συνήθης τιμή βιβλιογραφίας
Φράγμα	CFRD 80 m, πρανή 1:1,4, στέψη 10 m	παραδοχή μελέτης
Θραύση φράγματος	Froehlich (1995), Manning n = 0,05	εμπειρικές σχέσεις
Ελάχιστη συμβατική παραγωγή	190 MW	δεδομένα ΔΣΜΚ 2025–2026
Αφαλάτωση	50.000 m^3/ημέρα, περίπου 3,5–4 kWh/m^3	συνήθεις τιμές αντίστροφης όσμωσης
Συντελεστής εκπομπών	0,7 t CO_2/MWh	παραδοχή (μαζούτ/ντίζελ)
Τιμή βραδινής ενέργειας	150 / 183 / 220 €/MWh	Cyprus Mail (μέσος όρος 10/2025–02/2026)

Περιορισμοί. Το DSM περιλαμβάνει βλάστηση και κτίρια· οι όγκοι έχουν εκτιμώμενο σφάλμα ±10–30%. Οι μηνιαίες προβλέψεις περικοπών διαβάστηκαν από τα γραφήματα του ΔΣΜΚ (±1–2 GWh). Το ιστορικό τιμών της προημερήσιας αγοράς δεν ήταν διαθέσιμο. Οι τιμές μονάδας κόστους είναι εκτιμήσεις επιπέδου προκαταρκτικής μελέτης.

Πηγές.

- ΔΣΜΚ – Ετήσια Πρόβλεψη Περικοπών ΑΠΕ
- ΔΣΜΚ – Ποσοστά διείσδυσης ΑΠΕ και συμβατική παραγωγή
- pv magazine – Cyprus solar curtailment hits 47% in 2025
- SMM – CyprusGrid: 306 GWh curtailed in 2025
- Cyprus Mail – Why Cyprus wastes nearly half its solar energy
- Energy-Storage.News – Cyprus TSO-owned battery storage
- Energy-Storage.News – Italy MACSE auction
- European Commission – Funding for PCIs and PMIs
- European Commission – PCI/PMI FAQ, 06/2026
- CINEA – Innovation Fund calls
- CINEA – Čierny Váh PHS CEF grant
- European Commission – Modernisation Fund
- European Commission – Cyprus energy storage regulatory framework

- Cuatrecasas – Reform of European electricity market design
- OEB – Grant scheme for energy storage with RES
- CBN – €95m THALIA grid investment
- Euronews – GSI stalls
- Kiprinform – GSI could resume by end of 2026
- pv magazine – Greek curtailment 3,5 TWh in 2026
- AEMO – Pumped Hydro Cost Modelling (2018)
- NREL ATB 2024 – Pumped Storage Hydropower
- Balkan Green Energy News – Amfilochia
- pv magazine – Kidston
- Green Climate Fund – Espejo de Tarapacá
- Wikipedia – Okinawa Yanbaru Seawater Pumped Storage
- Wikipedia – Snowy 2.0
- Copernicus Data Space Ecosystem – COP-DEM
- Wikipedia – Asprokremmos Dam
- Politis – Asprokremmos dam at 32.5% capacity