

Δημήτρης Αλ. Κατσαπρακάκης
Αιολική Γη Α.Ε.
www.aiolikigi.gr

Υβριδικός σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και πόσιμου νερού μέσω αφαλάτωσης στην Κάσο



ΑΙΟΛΙΚΗ ΓΗ Α.Ε.

Κάσος 20 Αυγούστου 2014

Εισαγωγικά περί υβριδικών σταθμών

Σκοπός υβριδικού σταθμού

- ▶ Ένας υβριδικός σταθμός παραγωγής ενέργειας έχει σκοπό να ικανοποιήσει αδιάλειπτα και σύμφωνα με τις ποιοτικές απαιτήσεις της κατανάλωσης, μία ζήτηση ισχύος, βασιζόμενος σε μονάδες μη εγγυημένης παραγωγής.
- ▶ Προκειμένου να επιτευχθεί ο σκοπός αυτός, είναι απαραίτητη η συνδυασμένη λειτουργία των μονάδων μη εγγυημένης παραγωγής με μονάδες αποθήκευσης.
- ▶ Σε κάθε περίπτωση, για την ασφάλεια ενεργειακής τροφοδοσίας, είναι απαραίτητη και η παρουσία μονάδων εγγυημένης παραγωγής.

Σκοπός υβριδικού σταθμού

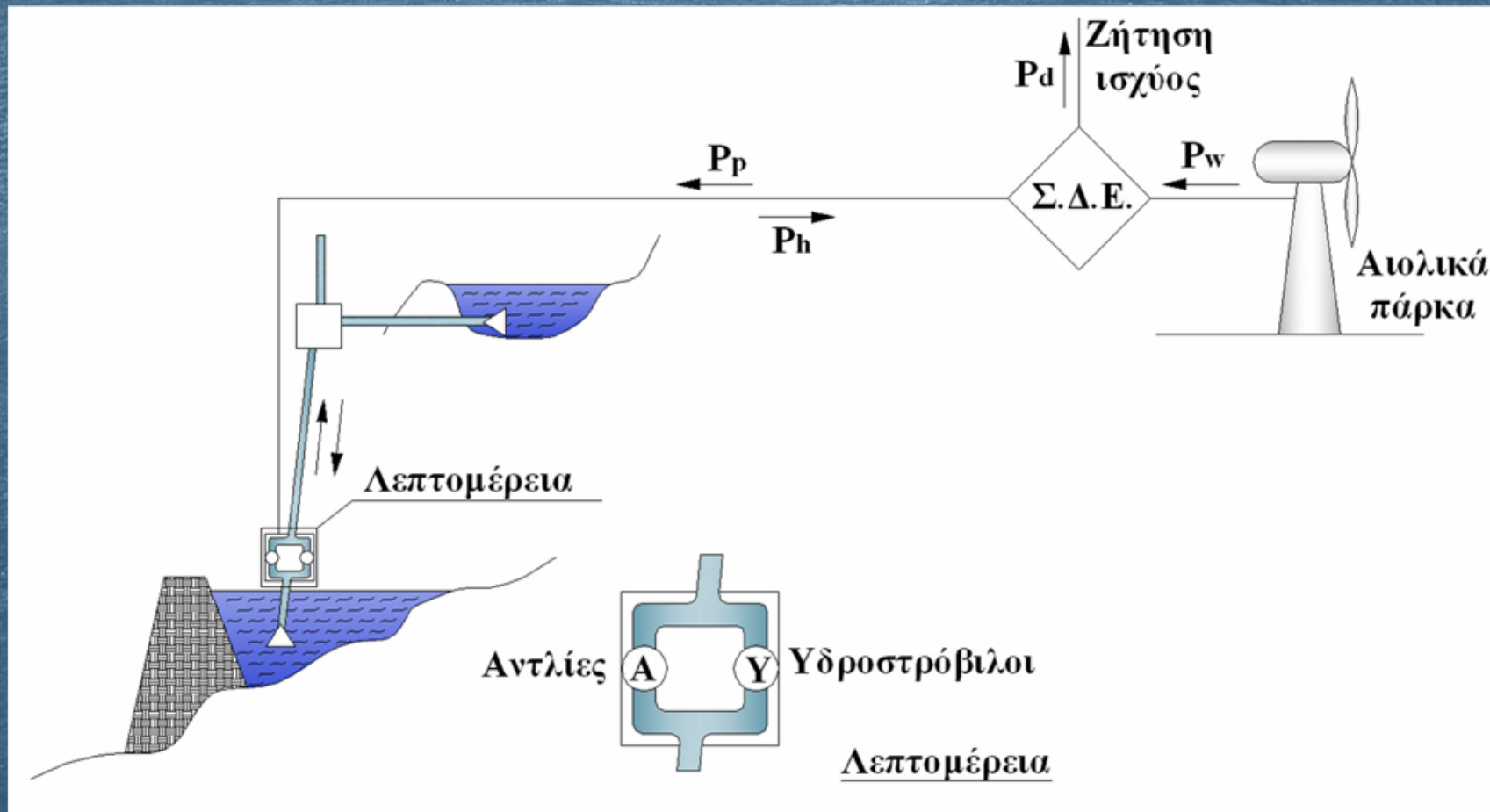
- ▶ Συνεπώς, με βάση τα ανωτέρω, ένας υβριδικός σταθμός αποτελείται από τρεις διακριτές συνιστώσες:
 - ▶ μονάδες μη εγγυημένης παραγωγής (μονάδες βάσης)
 - ▶ μονάδες αποθήκευσης
 - ▶ μονάδες εφεδρείας.

Υβριδικοί σταθμοί μεγάλου μεγέθους

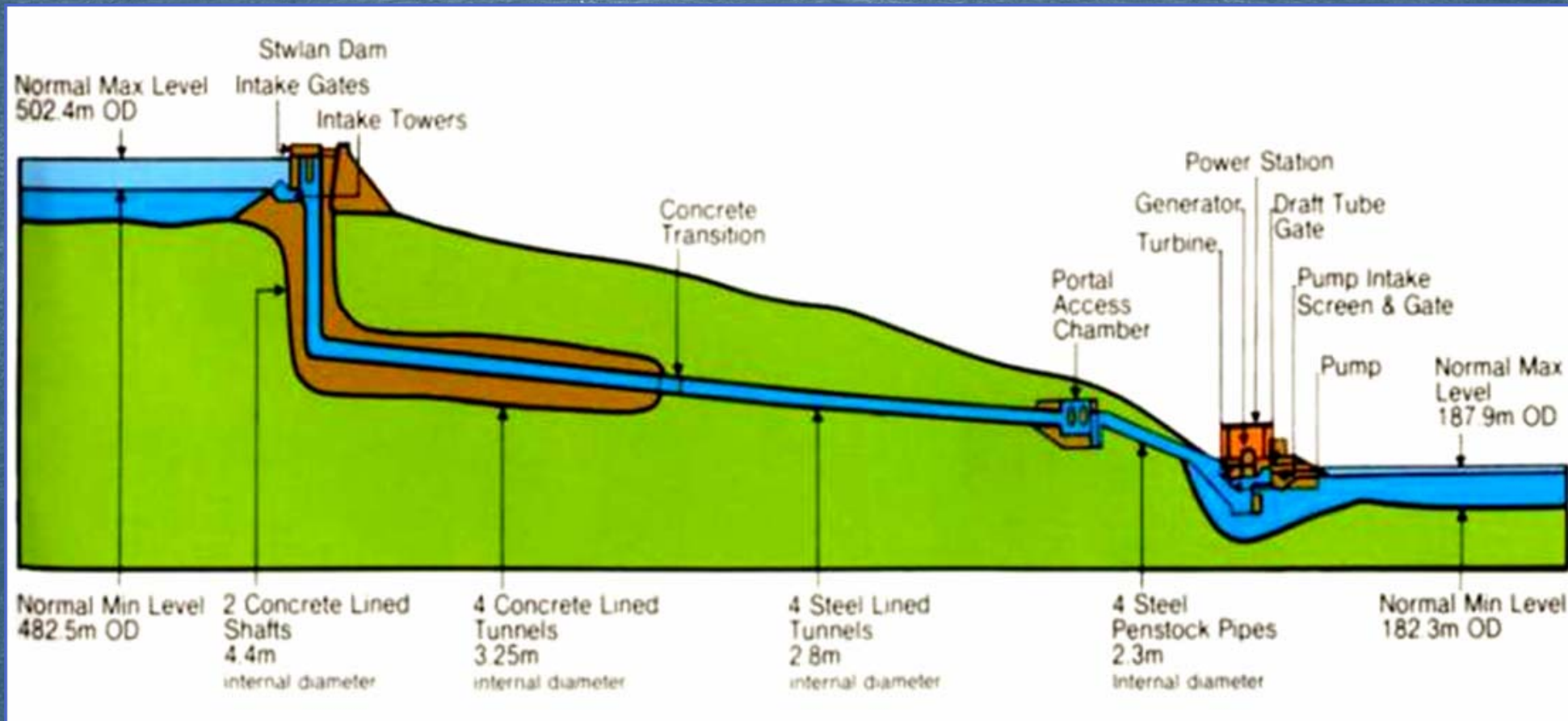
Σύνθεση υβριδικού σταθμού μεγάλου μεγέθους

- ▶ Σε υβριδικούς σταθμούς μέσου και μεγάλου μεγέθους (παραγωγή ισχύος άνω του 1 MW) οι πλέον τεχνικά ώριμες και οικονομικά ανταγωνιστικές τεχνολογίες είναι:
 - ▶ μονάδες βάσης: αιολικά πάρκα
 - ▶ μονάδες αποθήκευσης: αναστρέψιμα υδροηλεκτρικά (αντλησιοταμιευτήρες).

Σύνθεση υβριδικού σταθμού μεγάλου μεγέθους



Τι είναι η αντλησιοταμίευση



Παράδειγμα αντλησιοταμιευτήρα: Goldisthal (Γερμανία)



- ▶ Ισχύς υδροτροβίλων: 1.060MW
- ▶ Όγκος άνω δεξαμενής: $12 \cdot 10^6 \text{m}^3$
- ▶ Ύψος υδατόπτωσης: 300m.

Παράδειγμα αντλησιοταμιευτήρα: Καμναγawa & Καζυνογawa (Ιαπωνία)



Παράδειγμα αντλησιοταμιευτήρα: Αναρο. Συρακούσες (Σικελία. Ιταλία)



- ▶ Ισχύς υδροστροβίλων: 500MW
- ▶ Όγκος άνω δεξαμενής: $5,6 \cdot 10^6 \text{m}^3$
- ▶ Όγκος κάτω δεξαμενής: $7,3 \cdot 10^6 \text{m}^3$
- ▶ Ύψος υδατόπτωσης: 302m
- ▶ Διάμετρος αγωγών: 6,5m.



Παράδειγμα αντλησιοταμιευτήρα: Okinawa (Ιαπωνία)



- ▶ Ισχύς υδροστροβίλων: 32MW
- ▶ Όγκος άνω δεξαμενής: $1 \cdot 10^6 \text{m}^3$
- ▶ Ύψος υδατόπτωσης: 150m.

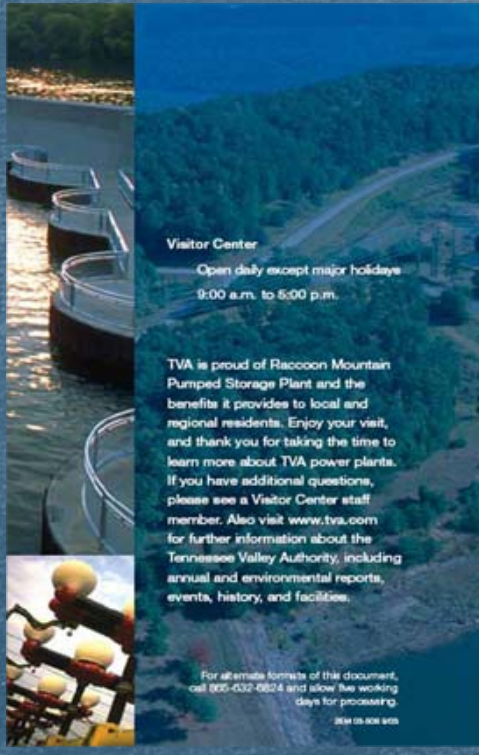


Παράδειγμα αντλησιοταμιευτήρα: Dinorwig (Ουαλία)



- ▶ Ισχύς υδροστροβίλων: 1.728MW
- ▶ Όγκος άνω δεξαμενής: $7 \cdot 10^6 \text{m}^3$
- ▶ Ύψος υδατόπτωσης: 110m.

Παράδειγμα αντλησιοταμιευτήρα: Raccoon Mountain (Η.Π.Α.)




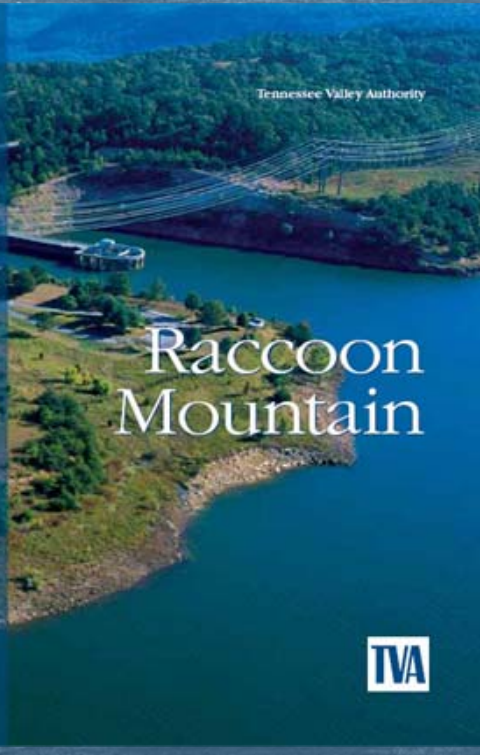
Tennessee Valley Authority

Visitor Center
Open daily except major holidays
9:00 a.m. to 5:00 p.m.

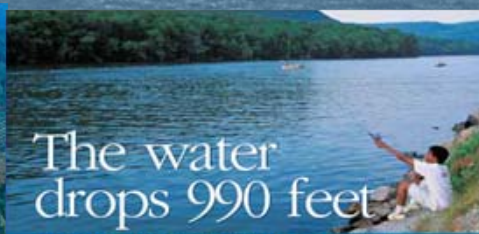
TVA is proud of Raccoon Mountain Pumped Storage Plant and the benefits it provides to local and regional residents. Enjoy your visit, and thank you for taking the time to learn more about TVA power plants. If you have additional questions, please see a Visitor Center staff member. Also visit www.tva.com for further information about the Tennessee Valley Authority, including annual and environmental reports, events, history, and facilities.

For alternate formats of this document, call 800-632-6624 and allow five working days for processing.
© TVA 05/08/07






Raccoon Mountain




The water drops 990 feet

from the upper reservoir at Raccoon Mountain Pumped Storage Plant to the turbines deep inside the mountain. After the water is used to generate electricity, it is discharged into the lower reservoir.



Many people considered it a crazy idea when the plant was built in the 1970s. But Raccoon Mountain has proved its worth to the TVA system, providing power during periods of peak demand for electricity.




Visitor Center


- Upper dam height 230 foot
- Upper dam length 8,500 feet
- Power capacity 4 units supplying 1,532 megawatts
- Upper reservoir length 1.2 miles
- Built 1970-78

How does a pumped storage plant work?

Water is pumped from the lower reservoir to the upper one during periods of low demand. It's stored there until power is needed, and then water is pulled from the reservoir and into a large concrete pipe that leads almost 1,000 feet down inside the mountain. The flow of water spins the turbines, which rotate a shaft inside an electromagnetic coil, producing electricity. When power generation isn't needed, the turbines operate in reverse, pumping water back up into the upper reservoir.

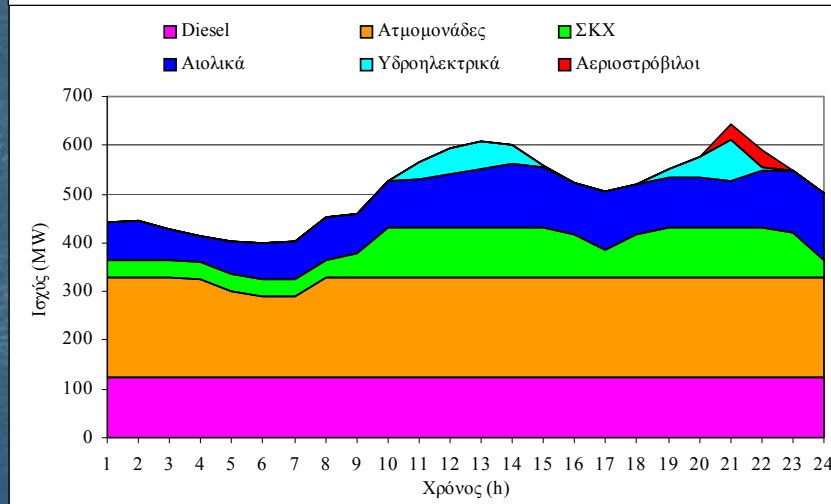
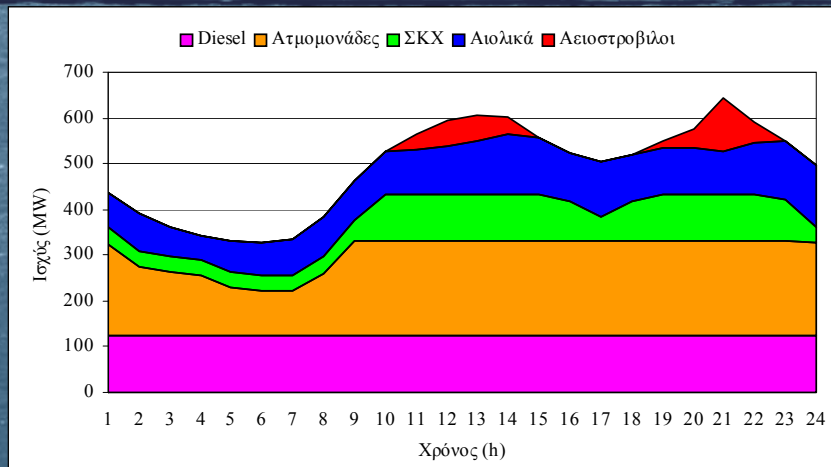


Generator floor at Raccoon Mountain



- Fishing
- Powerhouse
- Visitor Center
- Picnic Area
- Overlook
- Baseball
- Volleyball
- Boat Launch

Υβριδικοί σταθμοί για απαλοιφή αιχμών ζήτησης ισχύος



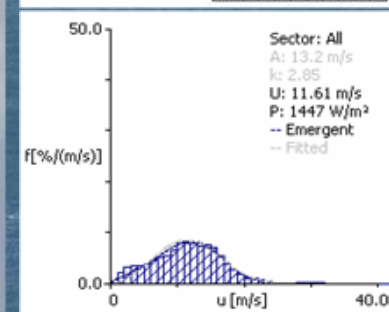
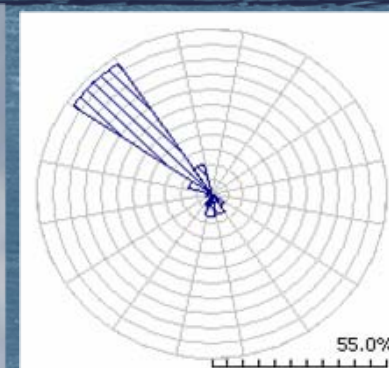
Υβριδικός σταθμός Κάσου

Μετρήσεις αιολικού δυναμικού στο Μεγάλο Πρίωνα



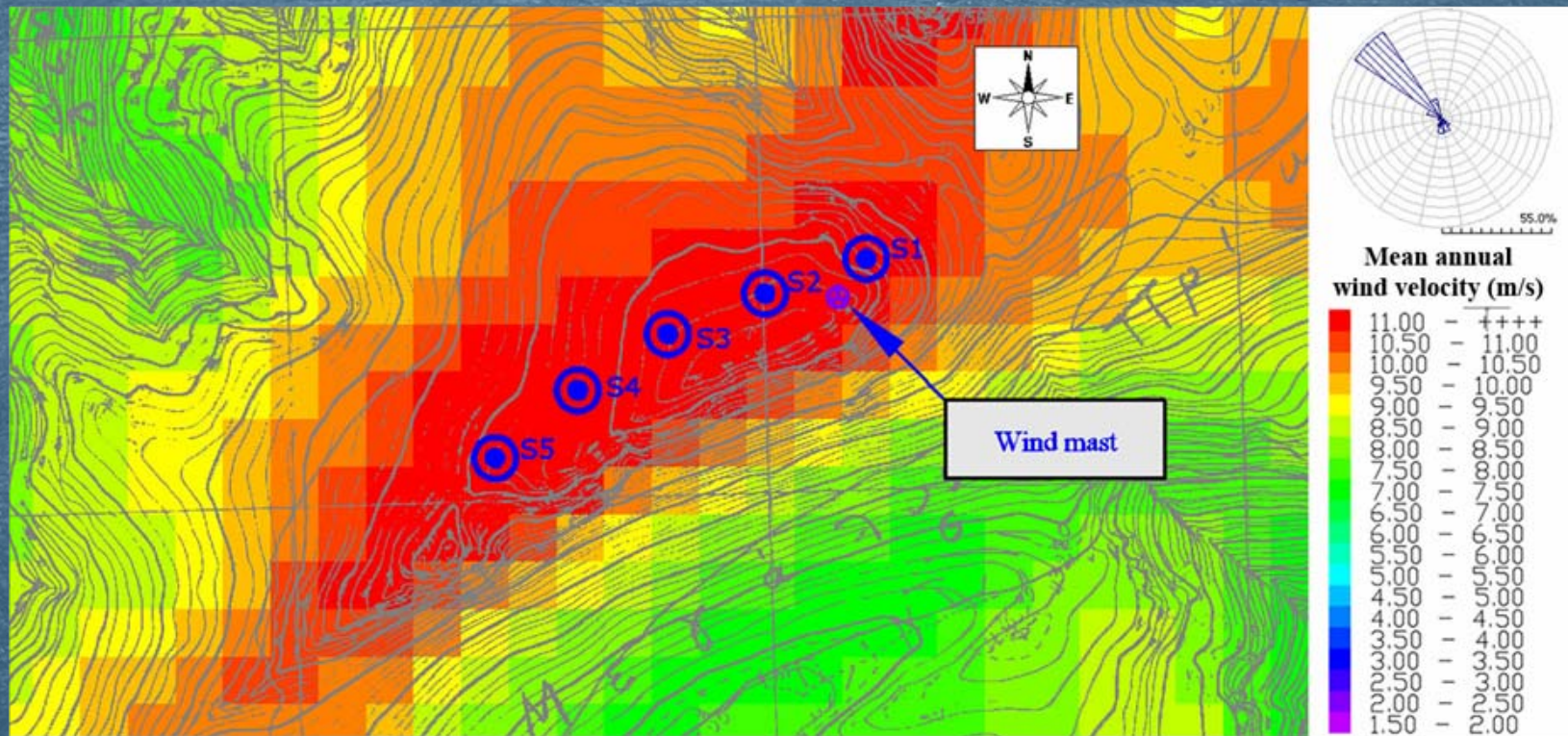
Συντεταγμένες θέσης εγκατάστασης	WGS'84	Πλάτος	35° 24' 54.70'' Β
		Μήκος	26° 58' 46.40'' Α
Περίοδος μέτρησης	Από	14/5/2010	
	Έως	14/5/2011	
	Διάρκεια (μήνες)	12	
Ύψος λήψης μετρήσεων από έδαφος (m)			22,5
Απόλυτο υψόμετρο θέσης εγκατάστασης (m)			584,0

Μετρήσεις αιολικού δυναμικού στο Μεγάλο Πρίωνα



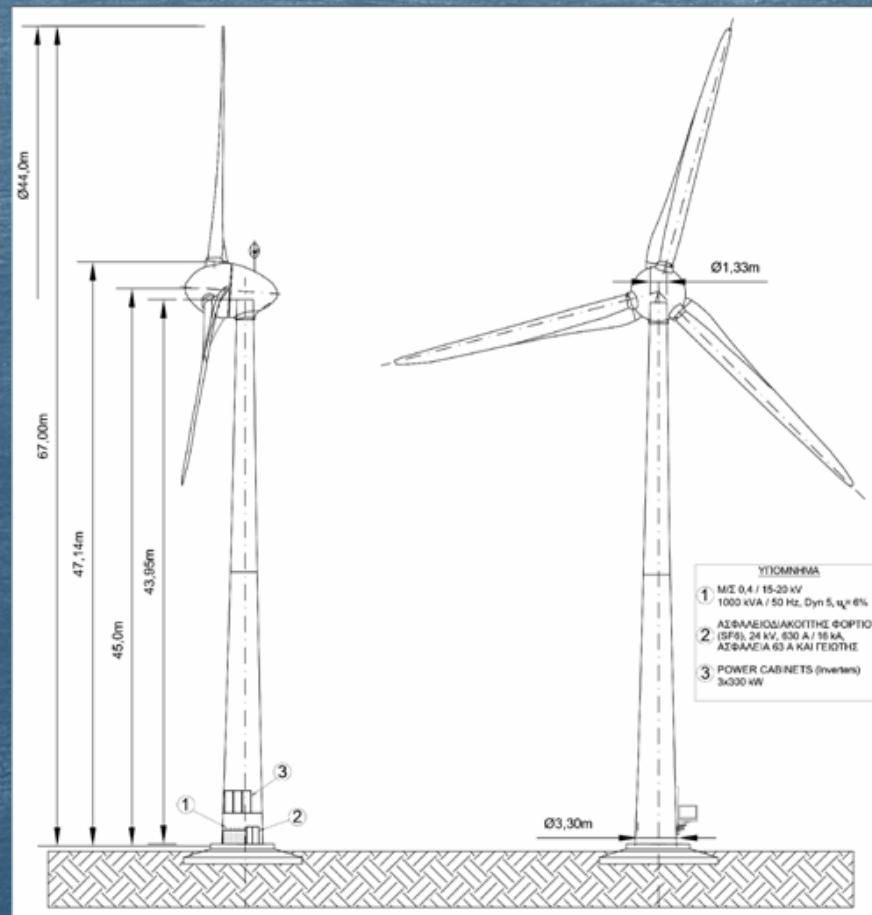
Παράμετροι κατανομής Weibull	C (m/sec)	13,20
	k	2,85
Μέση ετήσια ταχύτητα ανέμου (m/sec)		11,61
Πυκνότητα αιολικής ισχύος (W/m ²)		606,5

Χάρτης αιολικού δυναμικού Χωροθέτηση αιολικού πάρκου

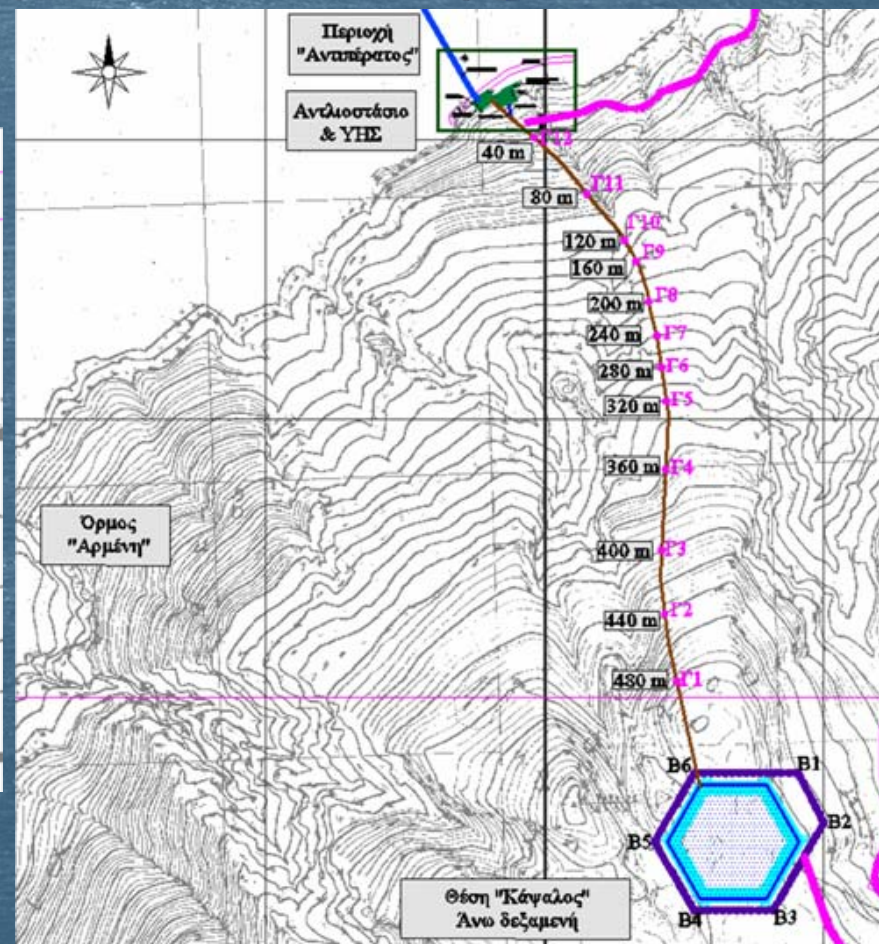
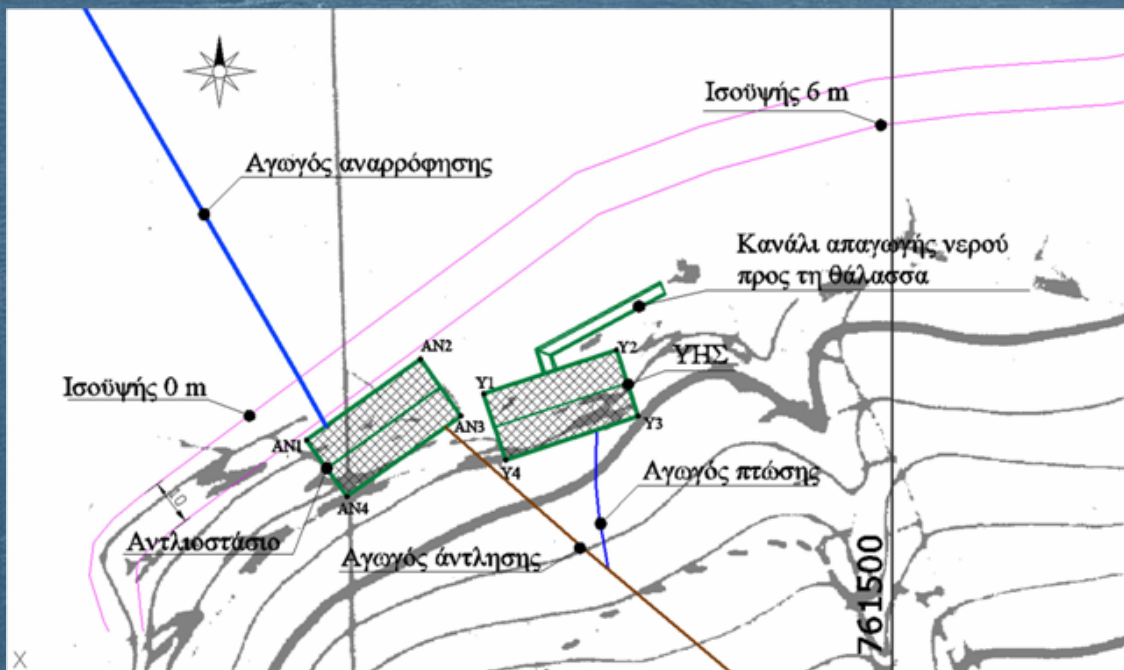


- ▶ Αιολικό πάρκο ισχύος 4,5MW
- ▶ Πέντε (5) Α/Γ Enercon E-44 / 900kW

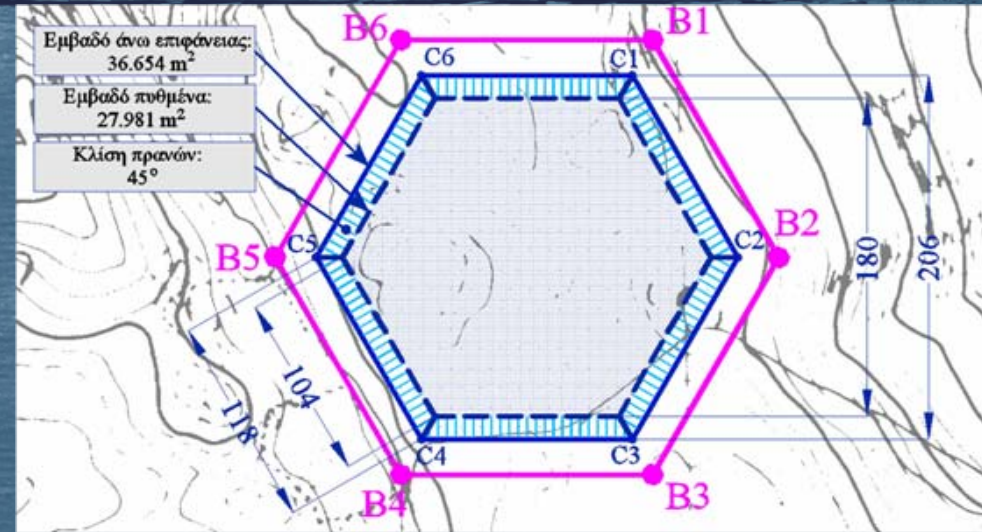
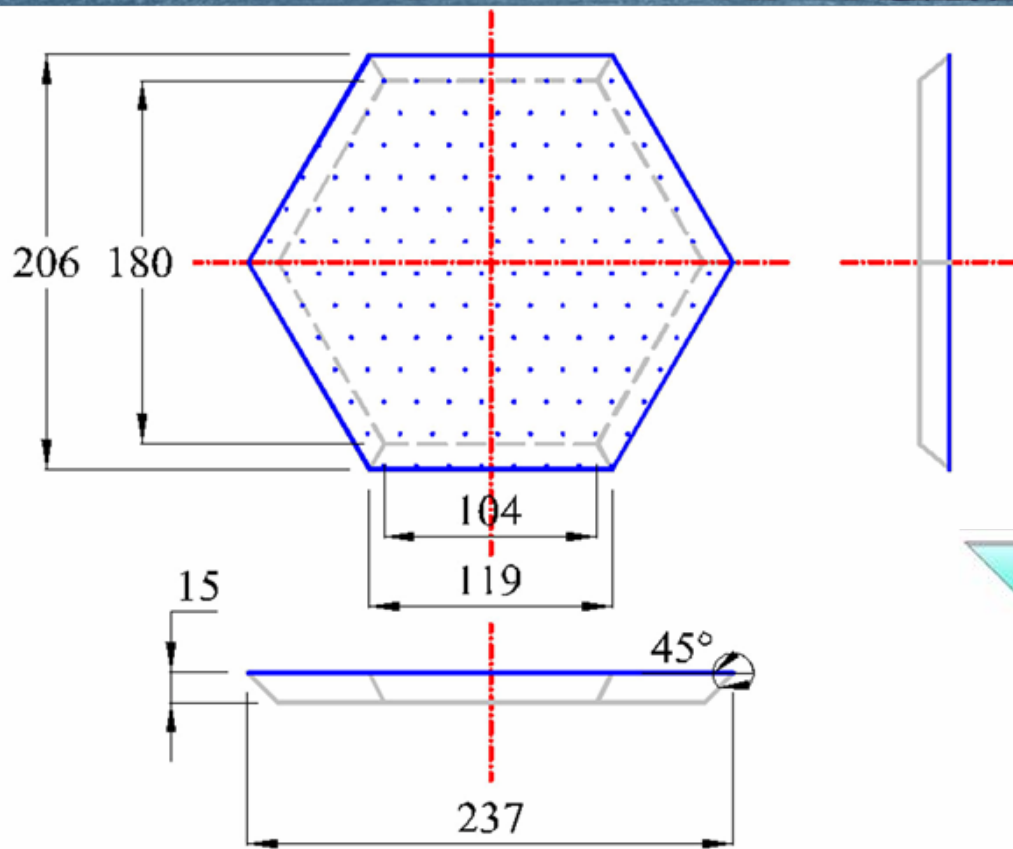
Το επιλεγμένο μοντέλο Α/Γ



Χωροθέτηση αναστρέψιμου υδροηλεκτρικού

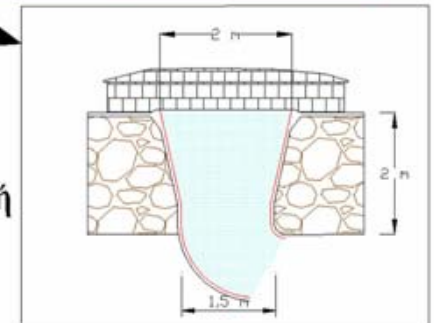


Άνω δεξαμενή στη θέση «Κάμαλος»



Λεπτομέρεια

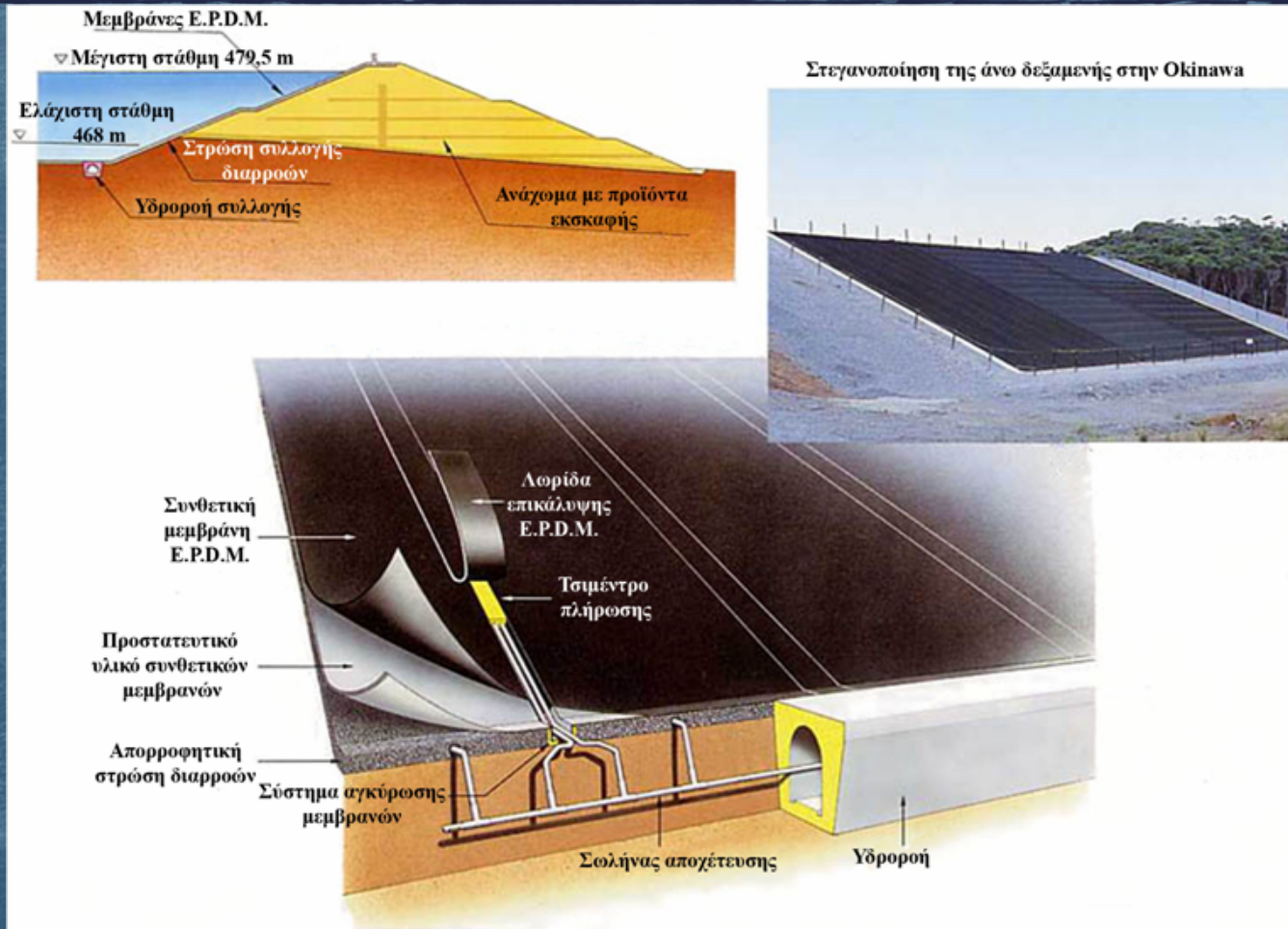
Πυργίσκος φιλτραρίσματος νερού και υδροληψίας από την άνω δεξαμενή προς την υπεδαφική σήραγγα



Η θέση «Κάψαλος»



Στεγανοποίηση άνω δεξαμενής



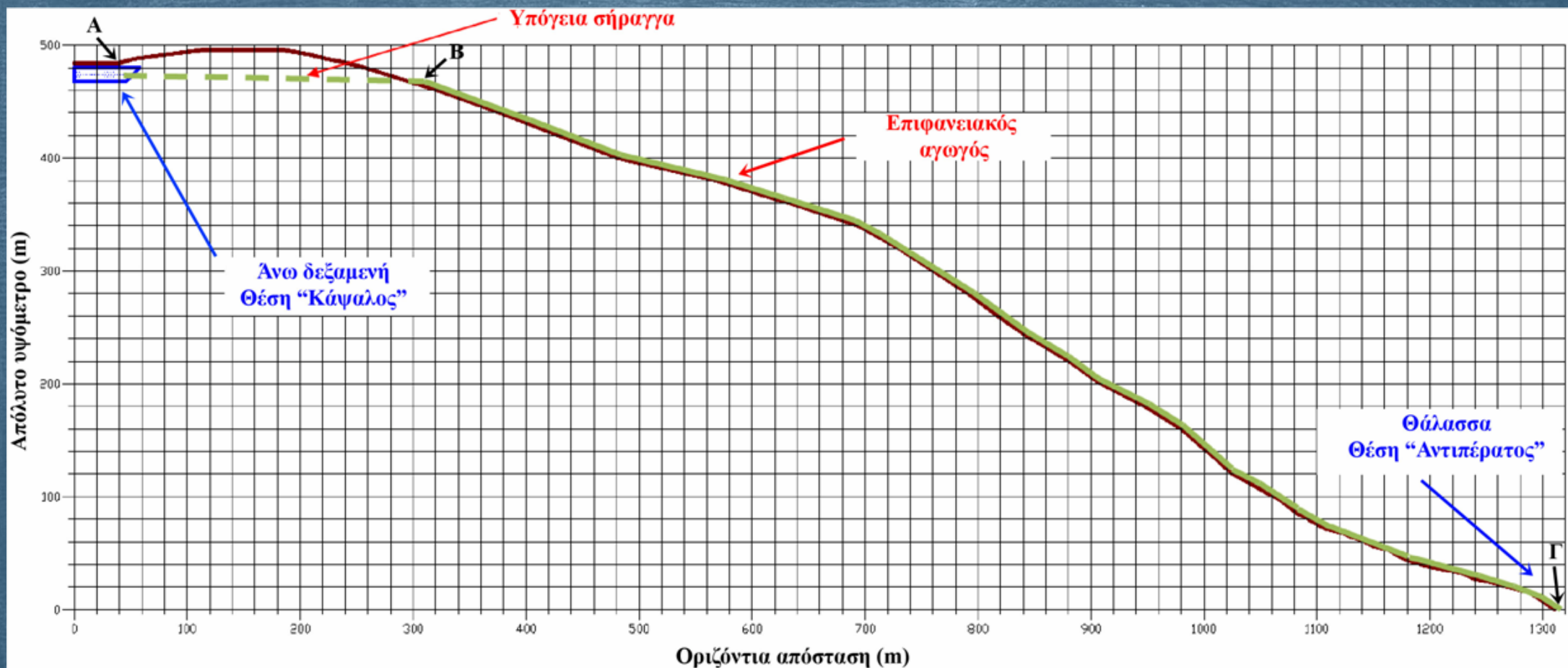
Χαρακτηριστικά μεγέθη άνω δεξαμενής

Συνολική χωρητικότητα (m ³)	483.313
Ενεργή χωρητικότητα (m ³)	465.062
Επιφάνεια επιφάνειας νερού στη μέγιστη στάθμη (m ²)	36.654
Επιφάνεια πυθμένα (m ²)	27.981
Απόλυτο υψόμετρο θέσης εγκατάστασης (m)	480
Απόλυτο υψόμετρο πυθμένα (m)	465
Μέγιστο βάθος νερού (m)	15
Κλίση πρανών (°)	45
Συνολικός όγκος εκσκαφών (m ³)	86.394

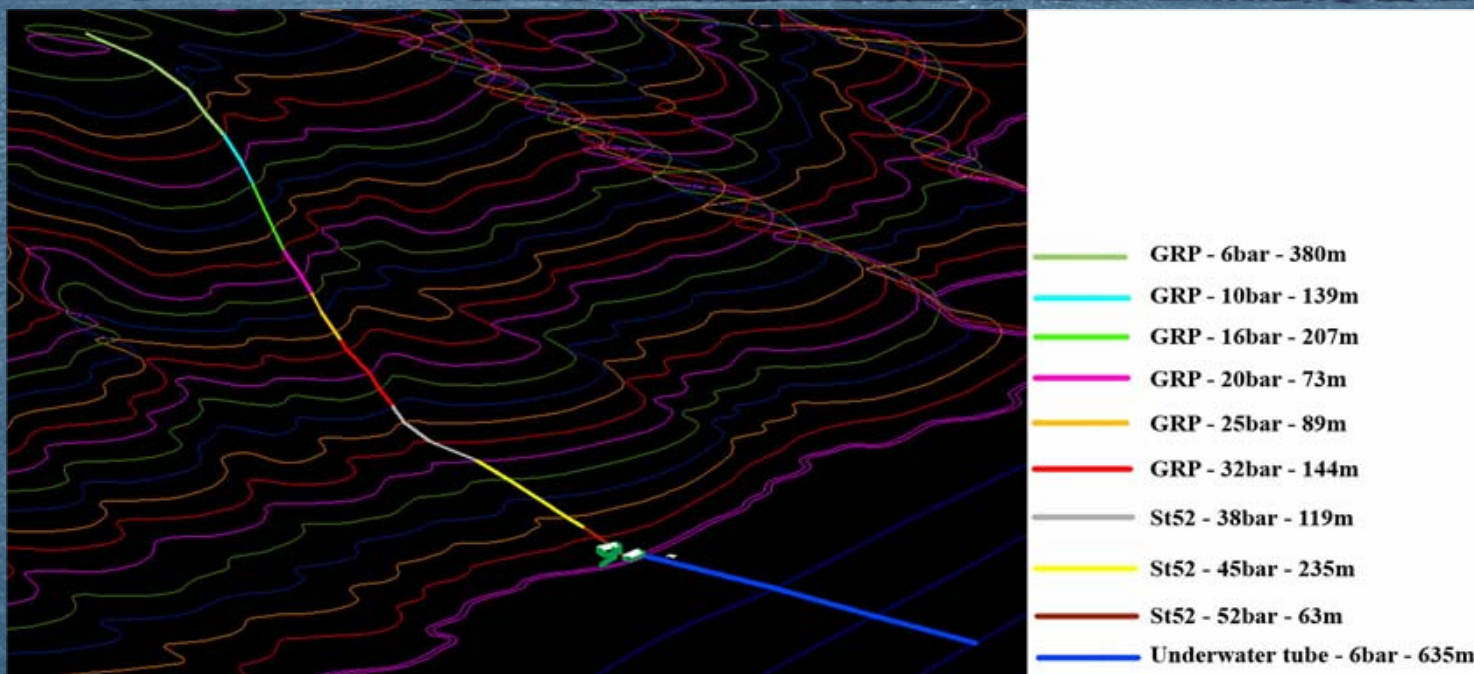
Εγκατάσταση αγωγών



Μηκοτομή αγωγών



Ανάλυση εγκατάστασης αγωγών

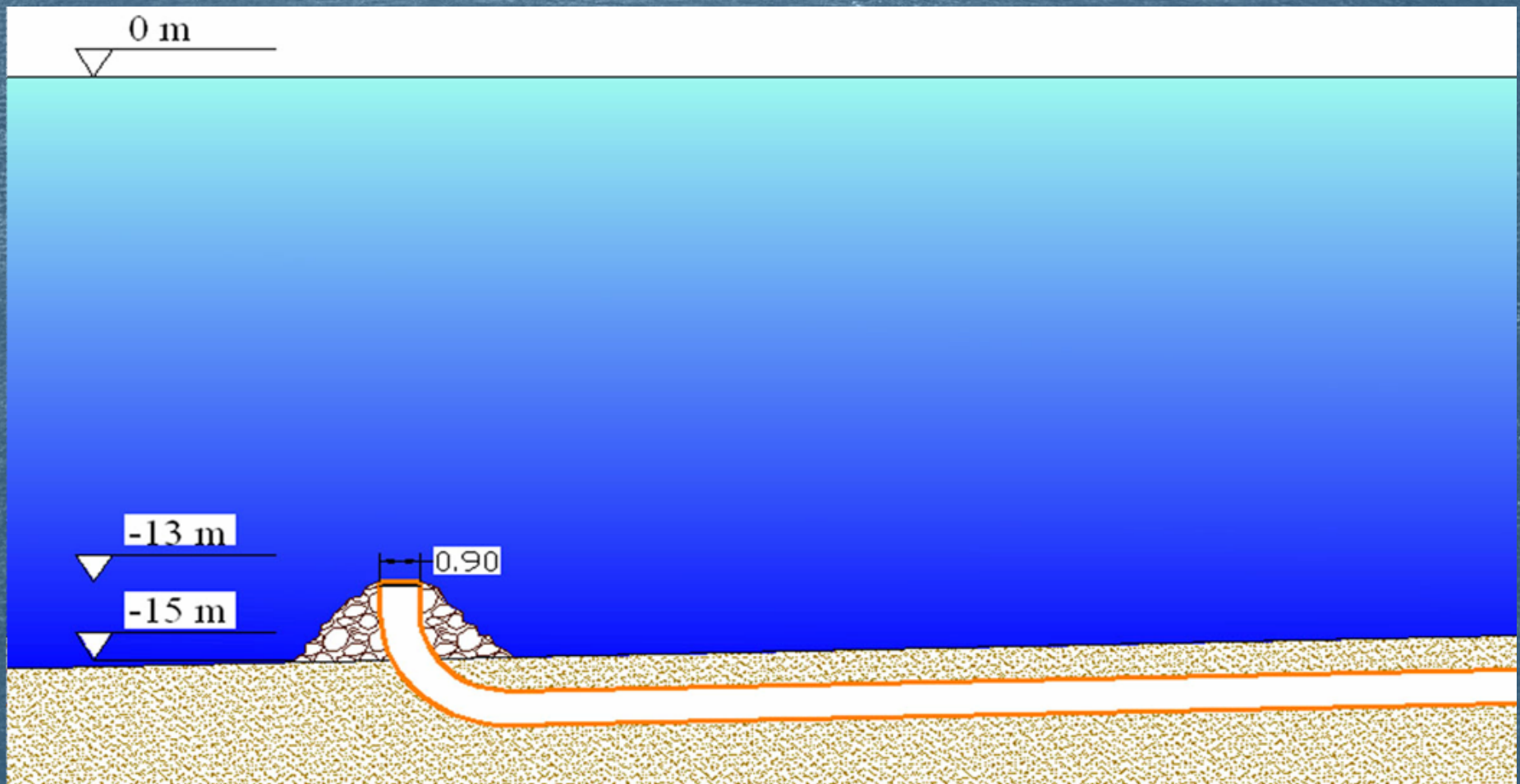


Συνολικό μήκος σωληνώσεων GRP (m)	1.032,74
Συνολικό μήκος χαλύβδινων σωληνώσεων (m)	417,07
Συνολικό μήκος σωληνώσεων (m)	1.449,81
Εσωτερική διάμετρος σωληνώσεων (m)	0,90

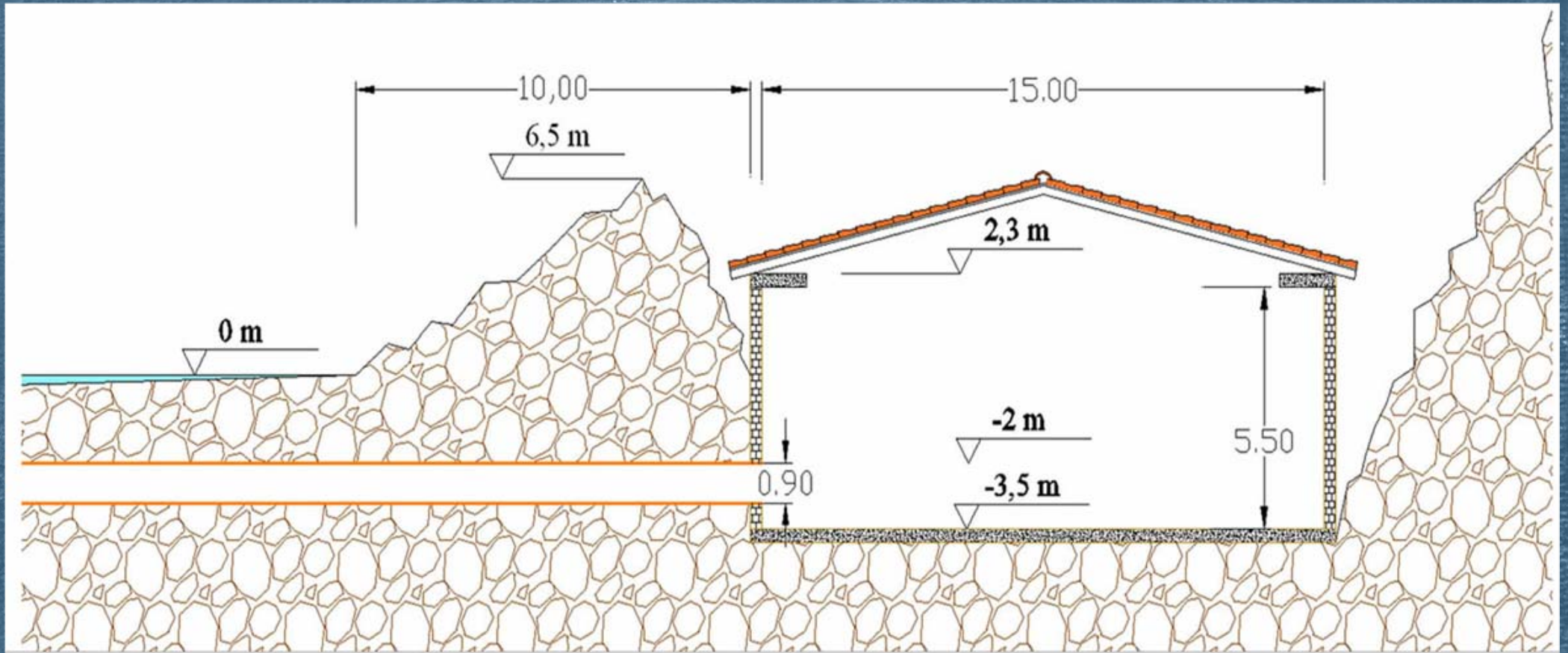
Παράδειγμα εγκατάστασης αγωγών στο El Hierro



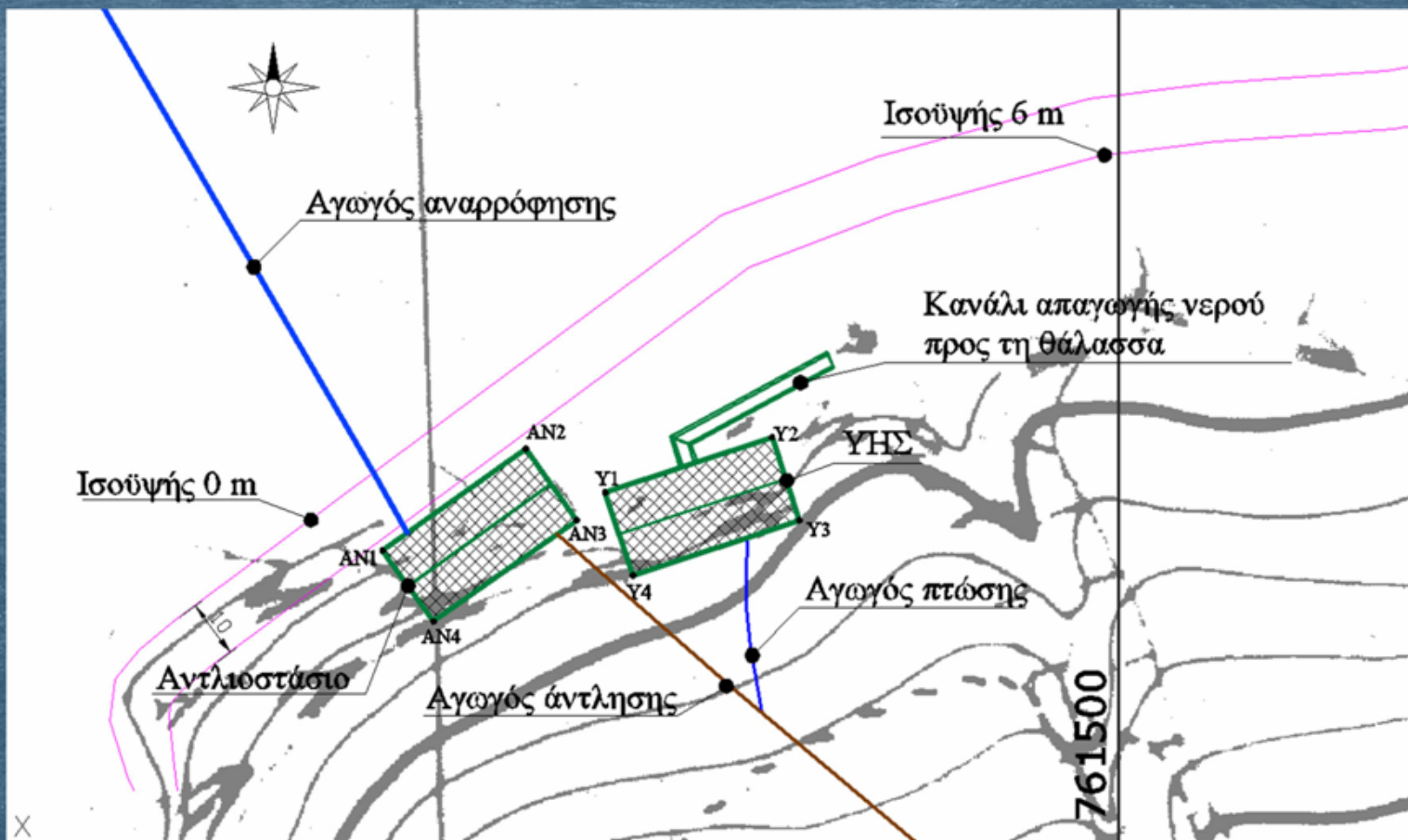
Υποβρύχια όδευση αγωγού



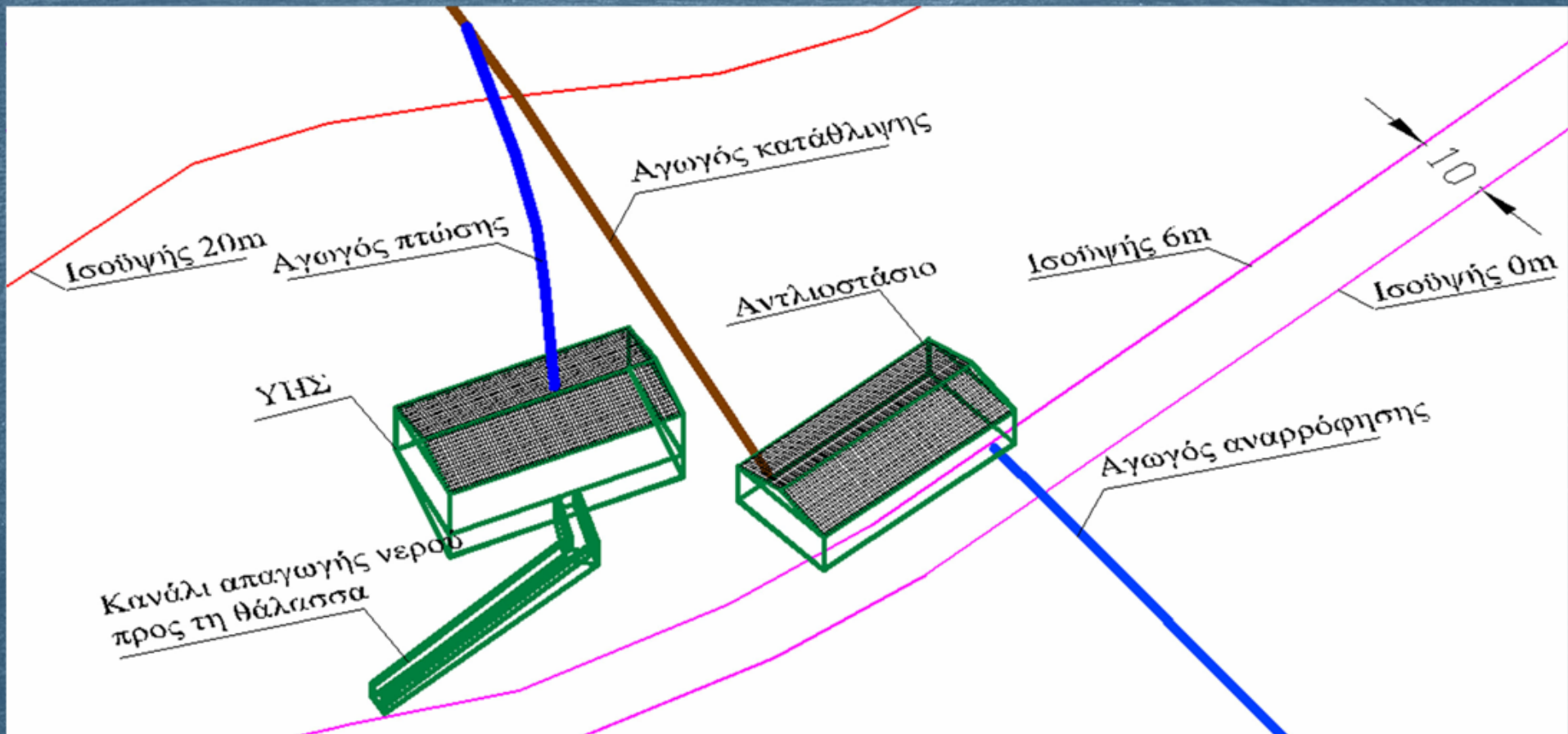
Προσαγωγή αντλιοστασίου



Αντλιοστάσιο και υδροηλεκτρικός σταθμός



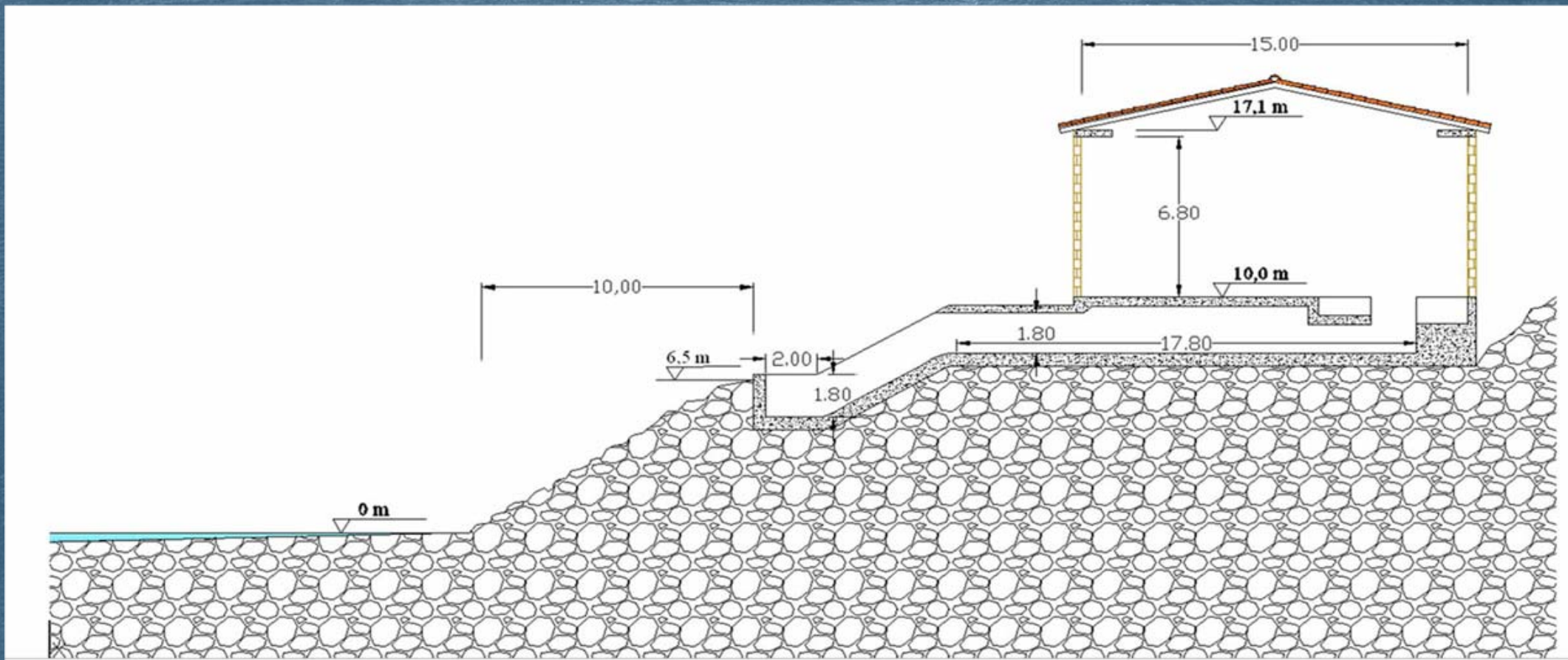
Αντλιοστάσιο και υδροηλεκτρικός σταθμός



Αντλιοστάσιο και υδροηλεκτρικός σταθμός Θέση εγκατάστασης: «Αντιπέρατος»



Υδροηλεκτρικός σταθμός



Ισχύς υδροστροβίλων και αντλιών

Μηχανή	Τύπος	Ισχύς μονάδας (kW)	Αριθμός μονάδων	Συνολική ισχύς (kW)
Υδροστρόβιλος	Pelton, οριζοντίου άξονα	2.075	2	4.150
Αντλία	Πολυβάθμια. οριζοντίου άξονα	560	8	4.480

Παραγωγή εγγυημένης ισχύος

	Πρωινή αιχμή	Βραδυνή αιχμή	Σύνολο ωρών παραγωγής εγγυημένης ισχύος ανά 24ωρο
Χειμερινή περίοδος (από 15 Οκτωβρίου έως 15 Απριλίου)	10:00 – 16:00	16:00 – 21:00	11
Θερινή περίοδος (από 15 Απριλίου έως 15 Οκτωβρίου)	10:00 – 17:00	17:00 – 21:00	11

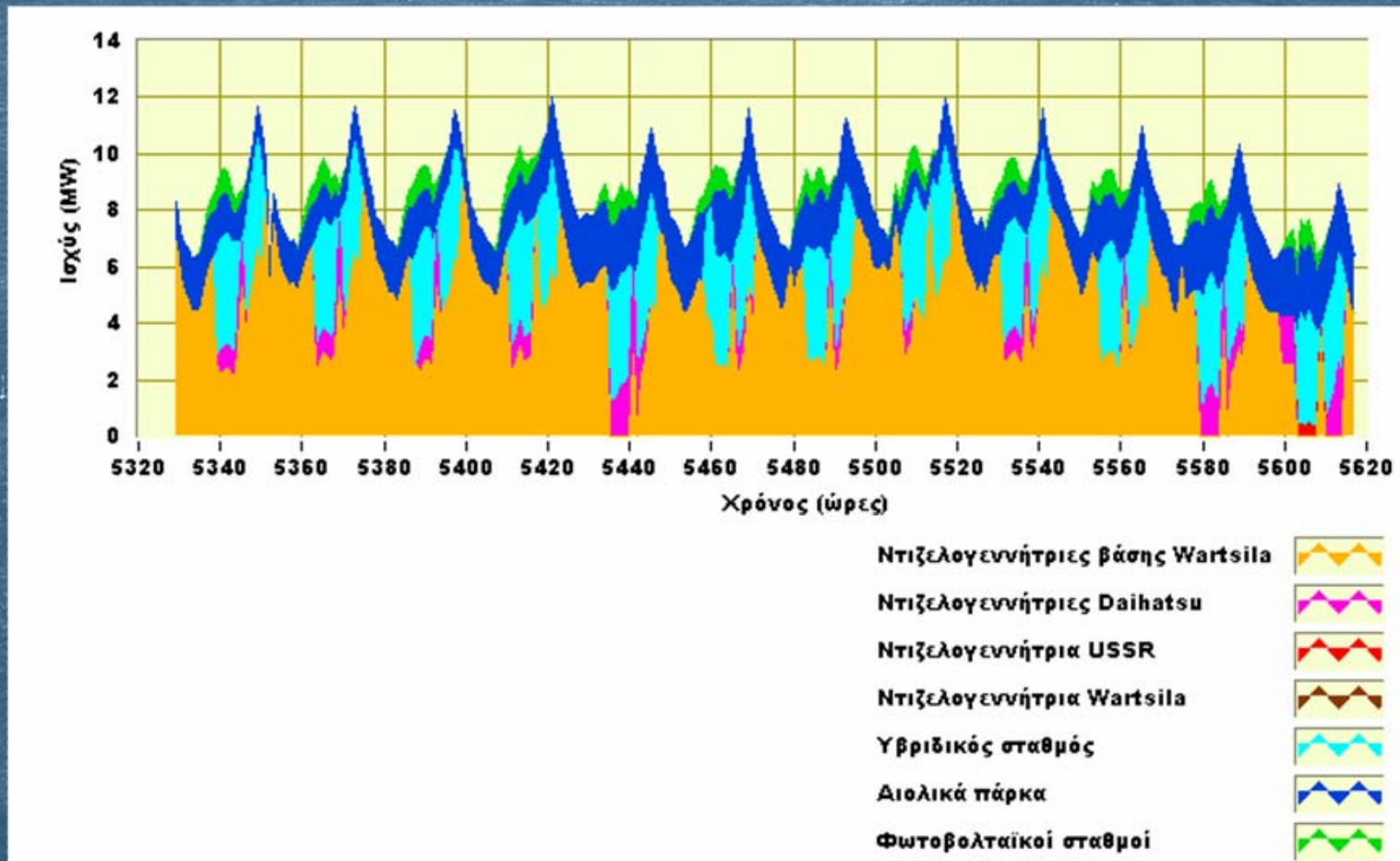
Εγγυημένη ισχύς: 4MW

Παραγωγή ενέργειας ετησίως Η δυνατότητα αφαλάτωσης

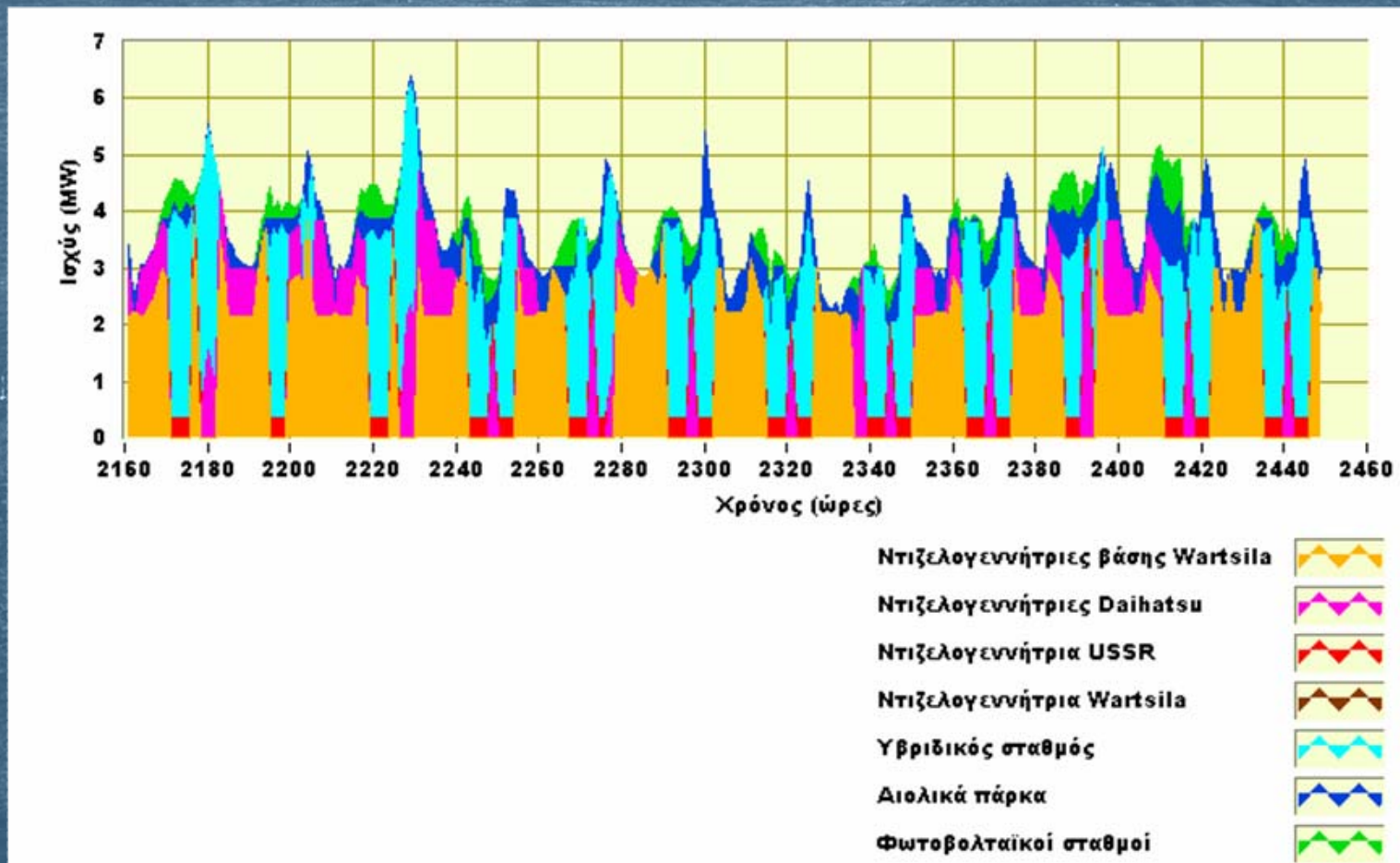
Ετήσια παραγωγή αιολικού πάρκου (MWh)	20.714
Ετήσια παραγωγή εγγυημένης ενέργειας από υδροστροβίλους (MWh)	11.478
Ετήσια αποθήκευση ενέργειας αιολικού πάρκου (MWh)	17.922
Ετήσια αποθήκευση ενέργειας από θερμικές μονάδες (MWh)	0.00
Απόδοση αναστρέψιμου υδροηλεκτρικού (%)	64,05
Ετήσια περίσσεια ενέργειας αιολικού πάρκου (MWh)	2.792

Αν η ετήσια περίσσεια ενέργειας από το αιολικό πάρκο (2.792MWh) και η υφιστάμενη απόρριψη ενέργειας από τα ήδη λειτουργούντα αιολικά πάρκα (1.761MWh) αξιοποιούνται σε μονάδα αφαλάτωσης αντίστροφης όσμωσης, τότε είναι δυνατή η παραγωγή 1,8 εκατ. m³ πόσιμου νερού ετησίως (2,5kWh/m³).

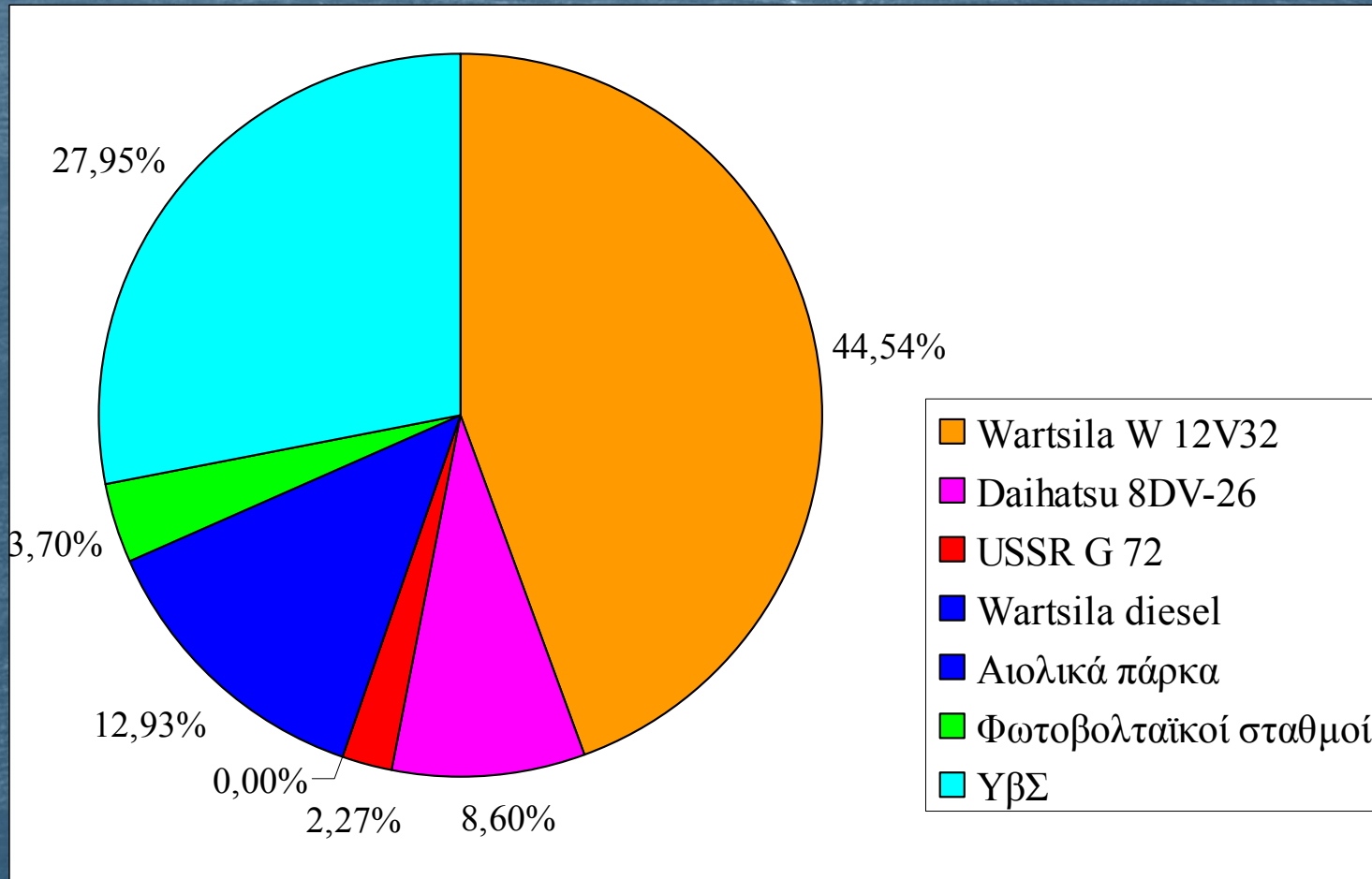
Σύνθεση παραγωγής ισχύος Περίοδος υψηλής ζήτησης (Αύγουστος)



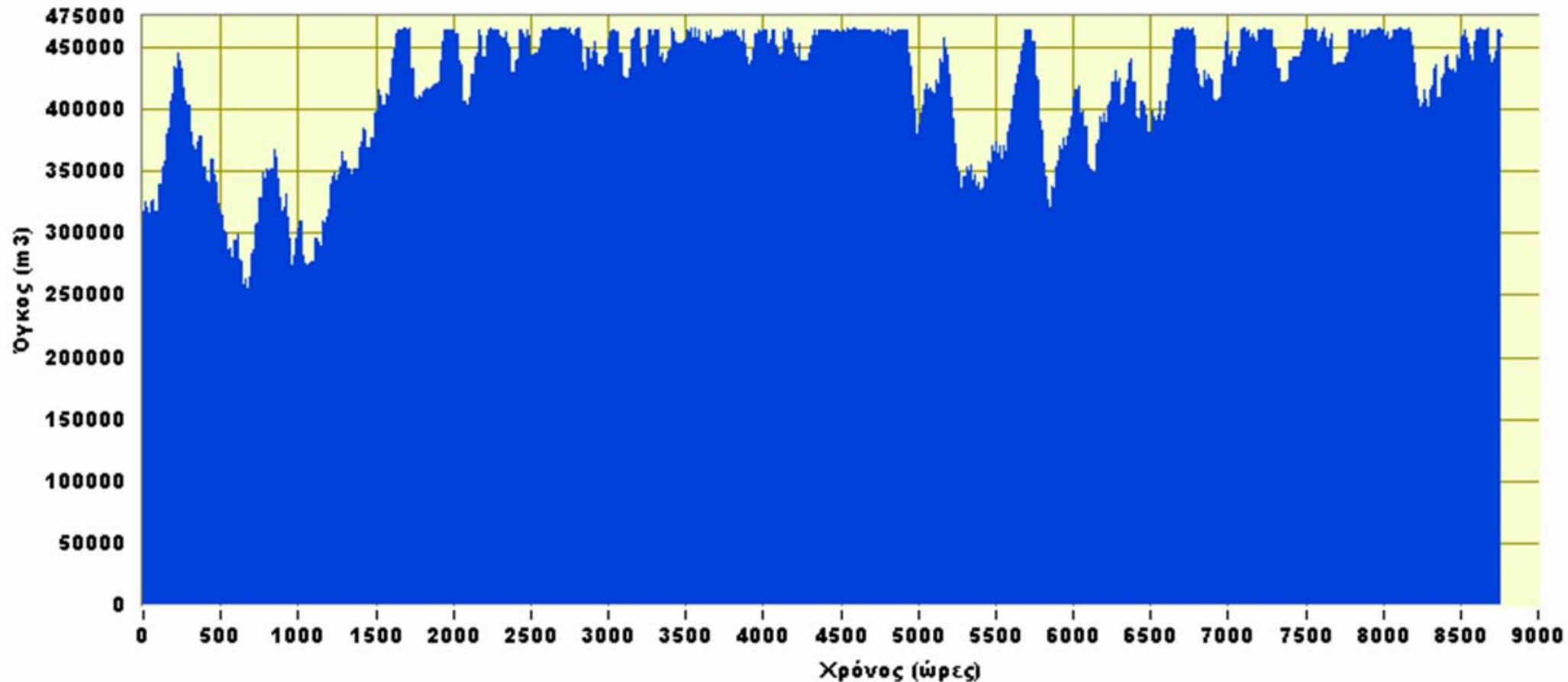
Σύνθεση παραγωγής ισχύος Περίοδος χαμηλής ζήτησης (Απρίλιος)



Ποσοστιαία κατανομή ετήσιας παραγωγής ενέργειας



Διακύμανση ετήσιου αποθηκευμένου όγκου νερού στην άνω δεξαμενή



Αρχικό κόστος υβριδικού σταθμού

A/A	Συνιστώσα αρχικού κόστους	Κόστος (€)
1	Αιολικό πάρκο	4.800.000
2	Υδροηλεκτρικός σταθμός	2.800.000
3	Αντλιοστάσιο	2.240.000
4	Άνω δεξαμενή	4.300.000
5	Αγωγοί	2.400.000
6	Οδοποιία	600.000
7	Δίκτυο διασύνδεσης	800.000
8	Λοιπά έργα υποδομής	900.000
9	Κτήρια	500.000
10	SCADA	2.200.000
11	Ωρίμανση και αδειοδότηση	300.000
12	Λοιπά κόστη	500.000
	Συνολικό κόστος	22.340.000

Οφέλη για την Κάσο

- ▶ Βελτίωση της ενεργειακής ασφάλειας στο νησί. Αυτονόμηση από Κάρπαθο.
- ▶ Εξασφάλιση πόσιμου νερού με μικρό κόστος.
- ▶ Ανταποδοτικά τέλη προς το Δήμο Κάσου 110.000 ετησίως.
- ▶ Δημιουργία περίπου 5 μόνιμων θέσεων εργασίας.
- ▶ Κατά την κατασκευή του έργου τουλάχιστον ο μισός προϋπολογισμός του έργου αφορά σε εργασίες που θα κατασκευαστούν από επαγγελματίες του νησιού.
- ▶ Βελτίωση των υφιστάμενων υποδομών σε δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας και οδοποιία.

Ευχαριστώ πολύ

Δημήτρης Αλ. Κατσαπρακάκης



ΑΙΟΛΙΚΗ ΤΗ Α.Ε.