

Βελτιστοποίηση Υποδομών για την Ανάπτυξη Κέντρων Δεδομένων στην Κύπρο Ολοκληρωμένη Μοντελοποίηση Κέντρων Δεδομένων Μεγάλης Κλίμακας και Προοπτικών Απόδοσης Επενδύσεων

Απρίλιος 2026

Περίληψη

Αυτή η σύντομη ανασκόπηση παρουσιάζει μια συνολική ανάλυση της υπολογιστικής υποδομής κέντρων δεδομένων για την Κύπρο, βασισμένη σε ενιαία τεχνοοικονομική μοντελοποίηση πολλαπλών σεναρίων ισχύος (5–100 MW υπολογιστικής ισχύος εξοπλισμού πληροφορικής). Η ανάλυση αξιολογεί τη σύνδεση με το ηλεκτρικό δίκτυο, τα συστήματα ψύξης, την υπολογιστική/ενεργειακή αποδοτικότητα και τη χρηματοοικονομική βιωσιμότητα σε συνάρτηση με τη μετάβαση της Κύπρου στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και τους στόχους της ψηφιακής οικονομίας. Τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης δείχνουν:

- **Μεσαίας κλίμακας εγκατάσταση (20 MW)** επιτυγχάνει περίοδο αποπληρωμής 2.1 έτη με καθαρή παρούσα αξία €M35.9 σε ορίζοντα 10 ετών
- **Πολύ μεγάλης κλίμακας εγκατάσταση (100 MW)** επιτυγχάνει περίοδο αποπληρωμής 1.8 έτη με καθαρή παρούσα αξία €M142.5 σε 10 έτη
- **Επιβεβαιωμένη επάρκεια δικτύου** για όλα τα σεναρία ισχύος εξοπλισμού πληροφορικής (IT) ≤ 100 MW (μέγιστο 8.79% της εθνικής εγκατεστημένης ισχύος)
- **Υψηλή αποδοτικότητα χρήσης νερού** με 0.35 εκατ. m³/έτος για εγκατάσταση 20 MW μέσω βελτιστοποιημένης ψύξης
- **Ψύξη με θαλασσινό νερό** προσφέρει πλεονέκτημα ενεργειακής αποδοτικότητας 10–15% έναντι χερσαίων, αερόψυκτων λύσεων
- **Ορίζοντας αποπληρωμής 1.8–4.5 έτη** για όλα τα βιώσιμα σεναρία ισχύος κάτω από ρεαλιστικές παραδοχές αγοράς

Επισκόπηση Υπολογιστικού Μοντέλου

Η ανάλυση σκοπιμότητας ενσωματώνει:

- **Επίπεδο υποδομών:** χαρτογράφηση της διαθέσιμης ισχύος του ηλεκτρικού δικτύου της Κύπρου (συμβατικής και ανανεώσιμης), συνδεσιμότητα οπτικών ινών (κάλυψη 98%) και χωρητικότητα υποθαλάσσιων καλωδίων (6 διεθνείς σταθμοί προσαιγιάλωσης, 2.0 Tbps εύρος ζώνης)
- **Διαστασιολόγηση υπολογιστικής ισχύος:** τέσσερις κατηγορίες εγκαταστάσεων ισχύος εξοπλισμού πληροφορικής (Μικρή 5 MW, Μεσαία 20 MW, Μεγάλη 50 MW, Πολύ Μεγάλη 100 MW)
- **Ψύξη και αποδοτικότητα:** μοντελοποίηση του δείκτη Power Usage Effectiveness (PUE, δείκτης ενεργειακής αποδοτικότητας κέντρων δεδομένων που συγκρίνει τη συνολική κατανάλωση εγκατάστασης με την ενέργεια που απορροφά ο εξοπλισμός πληροφορικής), υπολογισμοί ισχύος συστημάτων ψύξης και συγκριτική αξιολόγηση ψύξης με θαλασσινό νερό έναντι αερόψυκτων λύσεων
- **Οικονομικό πλαίσιο:** επενδυτικό κόστος (CAPEX), πολυσυνιστώμενο λειτουργικό κόστος (ηλεκτρική ενέργεια, προσωπικό, συντήρηση, νερό ψύξης), μοντελοποίηση εσόδων και χρηματοοικονομικοί δείκτες (NPV, περίοδος αποπληρωμής, IRR)
- **Ανάλυση ευαισθησίας:** διερεύνηση έξι βασικών παραμέτρων σε ρεαλιστικά εύρη τιμών για τον εντοπισμό κρίσιμων ορίων.

Κύρια Αποτελέσματα

Υπολογιστική Ικανότητα

Η μοντελοποίηση επιβεβαιώνει ότι η υφιστάμενη υποδομή του ηλεκτρικού δικτύου της Κύπρου μπορεί να υποστηρίξει εγκαταστάσεις κέντρων δεδομένων χωρίς ενίσχυση έως και περίπου 100 MW υπολογιστικού φορτίου.

Εφικτότητα Κέντρων Δεδομένων

Εγκατάσταση	Υπολογιστικό Φορτίο (MW)	Συνολική Ισχύς (MW)	Επίπτωση στο Δίκτυο (%)	Εφικτό
Μικρή	5	6.5	0.44%	✓ Ναι
Μεσαία	20	26.0	1.76%	✓ Ναι
Μεγάλη	50	65.0	4.40%	✓ Ναι
Πολύ Μεγάλη	100	130.0	8.79%	✓ Ναι

Όλες οι εξεταζόμενες κατηγορίες εγκαταστάσεων παραμένουν σαφώς εντός του ορίου του 20% της συνολικής ικανότητας του δικτύου (αντιστοιχεί σε εγκατάσταση 295 MW).

Κατανάλωση Ενέργειας και Αποδοτικότητα

Η ετήσια κατανάλωση ενέργειας μεταβάλλεται γραμμικά με το υπολογιστικό φορτίο και περιλαμβάνει τα συστήματα ψύξης, διανομής ισχύος και βοηθητικές υποδομές σε συνεχή λειτουργία 24/7:

Αποδοτικότητα Κέντρων Δεδομένων

Εγκατάσταση	Ενέργεια (GWh/έτος)	PUE	Χρήση Νερού (Mm ³ /έτος)	Κόστος Νερού (€/M/έτος)
Μικρή (5 MW)	56.9	1.25	0.09	0.09
Μεσαία (20 MW)	227.8	1.25	0.35	0.35
Μεγάλη (50 MW)	569.4	1.25	0.87	0.87
Πολύ Μεγάλη (100 MW)	1,138.8	1.25	1.74	1.74

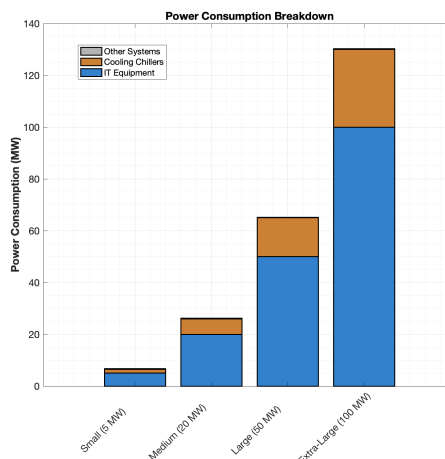
Ανάλυση Τοποθεσίας

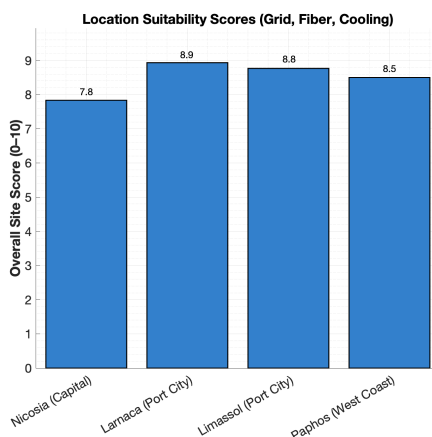
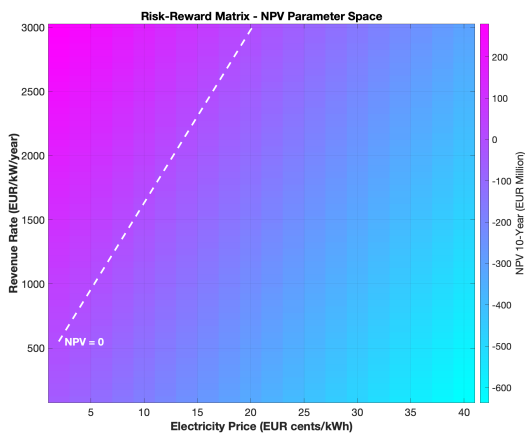
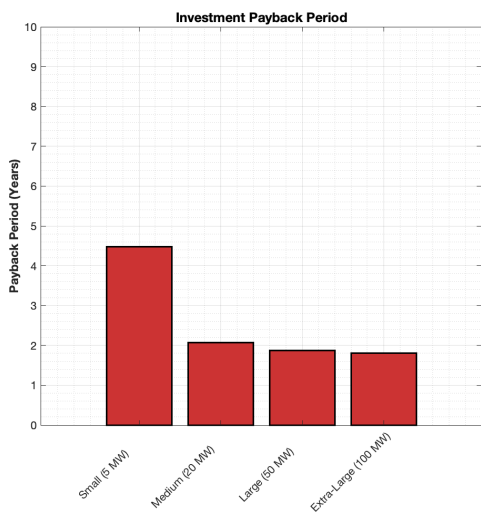
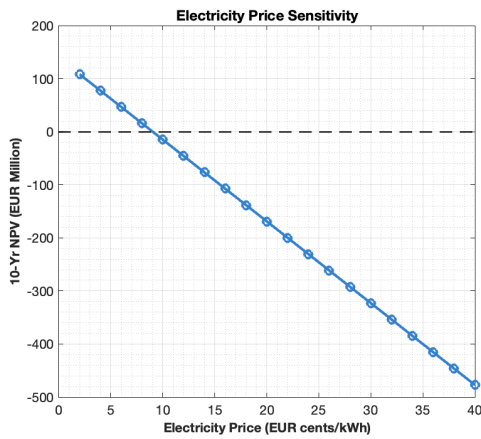
Παράκτιες τοποθεσίες με άμεση πρόσβαση σε θαλασσινό νερό μπορούν να μειώσουν την κατανάλωση ενέργειας για ψύξη κατά περίπου 10–15%, βελτιώνοντας τον δείκτη Power Usage Effectiveness (PUE) κατά 5–10%.

Καταλληλότητα Κέντρου Δεδομένων Τοποθεσία

Τοποθεσία	Απόσταση Δικτύου (km)	Απόσταση Οπτικών Ινών (km)	Πλεονέκτημα Ψύξης	Συνολική Βαθμολογία
Λευκωσία (Πρωτεύουσα)	5	3	Περιορισμένο	7.83
Λάρνακα (Παράκτια Πόλη)	15	2	Υψηλό, θαλασσινό νερό	8.93
Λεμεσός (Παράκτια Πόλη)	40	5	Υψηλό, θαλασσινό νερό	6.77
Πάφος (Αντική Ακτή)	60	1	Εξαιρετικό, θαλασσινό νερό	7.16

Λεπτομερή Αποτελέσματα





Οικονομικές Επιπτώσεις

- Οι αποδόσεις της επένδυσης κλιμακώνονται γραμμικά ανάλογα με το μέγεθος του κέντρου δεδομένων
- Το IRR παραμένει πρακτικά σταθερό από τις μεσαίες έως τις πολύ μεγάλες εγκαταστάσεις λόγω ομοιόμορφης δομής του κόστους
- Μεγαλύτερες εγκαταστάσεις παράγουν αναλογικά υψηλότερες απόλυτες αποδόσεις, μειώνοντας τον χρηματοδοτικό κίνδυνο για θεσμικούς επενδυτές.

Επενδυτικές Απαιτήσεις και Αποδόσεις

Δείκτης	Μονάδα	Μικρή	Μεσαία	Μεγάλη	Πολύ Μεγάλη
CAPEX	€Μ	4.0	16.0	40.0	80.0
Ετήσια Έσοδα	€Μ	7.1	28.5	71.3	142.5
Ετήσιο OPEX	€Μ	6.2	20.8	49.8	98.2
Ετήσιο Κέρδος	€Μ	0.9	7.7	21.4	44.2
Περίοδος Αποπληρωμής	έτη	4.5	2.1	1.9	1.8
10-ετής NPV	€Μ	2.0	35.9	103.8	217.0
IRR	%	19	25	25	25

Προτάσεις Πολιτικής

Με βάση τη μοντελοποίηση προτείνονται:

1. **Μείωση περικοπών ΑΠΕ:** Η ζήτηση από κέντρα δεδομένων μπορεί να απορροφήσει την πλεονάζουσα παραγωγή από ανανεώσιμες πηγές, μειώνοντας τις περικοπές ενώ παράλληλα στηρίζει ανταγωνιστικές τιμές «πράσινης» ηλεκτρικής ενέργειας
2. **Γεωγραφική θέση κόμβου:** Αξιοποίηση της στρατηγικής θέσης για πρόσβαση χαμηλής υστέρησης σε Ευρώπη, Μέση Ανατολή και Αφρική, υποστηρίζοντας περιφερειακές υπηρεσίες ΑΙ και υπολογιστικού νέφους
3. **Συνδεσιμότητα οπτικών ινών:** Έξι υποθαλάσσια καλώδια και τρεις σταθμοί προσαιγιάλωσης προσφέρουν υψηλή εφεδρεία και αξιόπιστη διεθνή διασύνδεση
4. **Ανταγωνιστικό κόστος:** CAPEX 800 €/kW και ετήσιο OPEX €M20.8 για εγκατάσταση 20 MW παραμένουν ελκυστικά σε σχέση με τις αγορές της Δυτικής Ευρώπης
5. **Σταθερό θεσμικό πλαίσιο:** Το ευρωπαϊκό ρυθμιστικό πλαίσιο, η κυβερνητική στήριξη και το αξιόπιστο περιβάλλον λειτουργίας μειώνουν τον επενδυτικό κίνδυνο
6. **Υλοποίηση εγκατάστασης κέντρου δεδομένων 20 MW την περίοδο 2027–2028** και στη συνέχεια, επέκταση σε περιφερειακή διαμόρφωση κόμβου 50–100 MW+ έως το 2030–2031, αξιοποιώντας υψηλότερες τιμές για εξειδικευμένα φορτία (ΑΙ και περιφερειακές υπηρεσίες cloud) και τοποθετώντας την Κύπρο ως μεσογειακή πύλη υπολογιστικής υποδομής για τις αγορές Ευρώπης–Μέσης Ανατολής–Αφρικής.

Συμπεράσματα

Η ευκαιρία ανάπτυξης υπολογιστικής υποδομής στην Κύπρο είναι τεχνικά εφικτή, οικονομικά βιώσιμη και στρατηγικά ευθυγραμμισμένη με τους στόχους της ευρωπαϊκής ψηφιακής οικονομίας. Η μοντελοποίηση επιβεβαιώνει:

- **Ικανότητα:** Η υποδομή του δικτύου μπορεί να υποστηρίξει εγκαταστάσεις κέντρων δεδομένων 50–100 MW+ χωρίς σημαντικές ενισχύσεις· όλες οι εξεταζόμενες διαμορφώσεις παραμένουν κάτω από το όριο επίπτωσης 9% στο δίκτυο
- **Αποδοτικότητα:** Σύγχρονα συστήματα ψύξης (PUE 1.25–1.30), σε συνδυασμό με πρόσβαση σε θαλασσινό νερό στη Μεσόγειο, επιτυγχάνουν ανταγωνιστικούς δείκτες αποδοτικότητας σε σχέση με κόμβους της Βόρειας Ευρώπης
- **Οικονομικά:** Οι εγκαταστάσεις επιτυγχάνουν περίοδο αποπληρωμής περίπου 2 ετών, καθαρή παρούσα αξία €M35.9–219.0 σε ορίζοντα 10 ετών και εσωτερικό βαθμό απόδοσης 25% για σενάρια μεσαίας έως πολύ μεγάλης κλίμακας
- **Στρατηγική αξία:** Η γεωγραφική θέση της Κύπρου ως περιφερειακός κόμβος, η ενσωμάτωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και η συνδεσιμότητα οπτικών ινών δημιουργούν διατηρήσιμο ανταγωνιστικό πλεονέκτημα για αναδυόμενες αγορές υπηρεσιών ΑΙ και cloud.