

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ – ΤΜΗΜΑ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Data center στον Ελικώνα

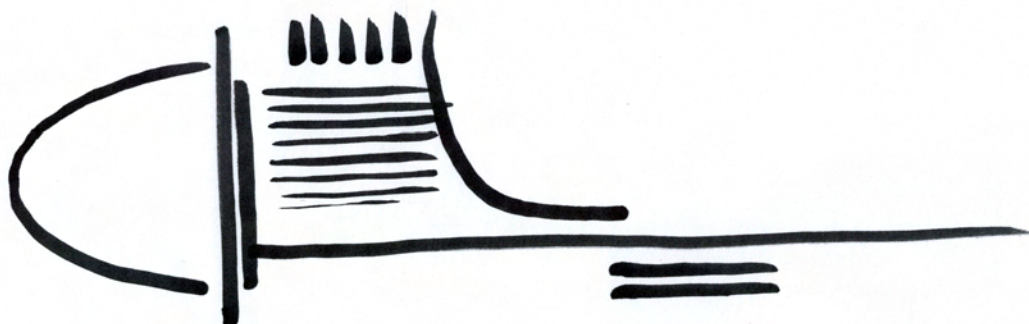
ΟΜΑΔΑ

Μπεζές Αντώνιος

Σιγάλας Αλέξανδρος

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ

Παπαδόπουλος Σπύρος



ΒΟΛΟΣ 2013

Τίτλος Διπλωματικής:

Data Center στον Ελικώνα

Φοιτητές:

Μπεζές Αντώνιος

Σιγάλας Αλέξανδρος

Επιβλέπων:

Παπαδόπουλος Σπύρος

Τα data center είναι ειδικευμένα περιβάλλοντα διαχείρισης υπολογιστικών συστημάτων. Καλύπτουν με αξιόπιστο τρόπο όλες τις λειτουργικές ανάγκες των συστημάτων αυτών, όπως ηλεκτρολογικές υποδομές, ψύξη συστημάτων, δικτυακή υποδομή, διαρκή διασύνδεση (uplink), φυσική ασφάλεια, πυρασφάλεια κλπ.

Παλαιότερα, τα data center δημιουργούνταν για να καλύψουν τις ανάγκες μιας συγκεκριμένης εταιρείας ή δημόσιου οργανισμού. Η διάδοση των υπολογιστών και του διαδικτύου δημιουργεί μια διαρκή ανάγκη απρόσκοπτης πρόσβασης σε υπολογιστική ισχύ και αποθηκευτικό χώρο. Η ανάγκη αυτή ανατρέπει τη σχέση ιδιοκτησίας - χρήσης που ίσχυε και τα νέα data center είναι συνήθως γενικής χρήσης παρέχοντας υπηρεσίες υποδομών πληροφορικής μέσω διαδικτύου (cloud services).

Εκτιμάται ότι το 2007 ο τομέας τεχνολογίας πληροφορικής και επικοινωνιών (Information and Communication Technologies ICT) ήταν υπεύθυνος για το 2% περίπου των παγκόσμιων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, με τα data center να ευθύνονται για το 14 % του αποτυπώματος των ICT.

Η κατανάλωση ενέργειας είναι ένα καθοριστικό μέγεθος για τα data center. Αποφάσεις κατά τη διαδικασία σχεδιασμού ενός datacenter όπως το μέγεθος, η θέση, η μορφή του κτηρίου, ο εξοπλισμός κλπ, λαμβάνονται κατά κύριο λόγο βάση του ενεργειακού τους αντίκτυπου. Ζητούμενο της διπλωματικής εργασίας είναι ο σχεδιασμός ενός κτηρίου που να στεγάσει ένα data center μεγάλης κλίμακας καλύπτοντας ταυτόχρονα μια σειρά από δευτερεύουσες υποστηρικτικές λειτουργίες. Το data center θα στεγάσει πλέγμα υπολογιστικών συστημάτων για τη δημιουργία ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης εικονικών server προς υπενεικίαση μέσω διαδικτύου. Ο σχεδιασμός λαμβάνει υπόψιν του τις ανάγκες

επεκτασιμότητας, αξιοπιστίας και ασφάλειας ενός data center επιπέδου 3, σύμφωνα με το πρότυπο TIA-942. Ιδιαίτερη μέριμνα δίνεται στην βελτιστοποίηση της ενεργειακής του αποδοτικότητας μέσα από την εκμετάλλευση των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών του οικοπέδου που επιλέγεται.

Thesis:

Data Center on Elikonas Mountain, Greece

Students:

Mpezes Antonios

Sigalas Alexandros

Supervisor:

Papadopoulos Spiros

Data centers are specialized computer systems management environments . They cover reliably all the functional needs of such systems as electrical infrastructure, cooling systems, network infrastructure , continuous interface (uplink), physical security, fire security etc.

Previously, data centers were created to fill the needs of a particular companies or public services. The spread of computers and the Internet creates a constant need of unhindered access to computing power and storage space. This need reverses the relation of ownership - use existing and new data centers are usually generic computing infrastructures providing services via the Internet (cloud services).

It is estimated that in 2007 the sector of information technology and communications (Information and Communication Technologies ICT) was responsible for 2% of global carbon emissions, with the data centers to account for the 14% of the footprint of ICT.

Energy consumption is a key size for the data center. Decisions in the process of designing a data center such as size, position, shape of the building, equipment, etc., are taken in account primarily on the energy impact.

Aim of this thesis is to design a building to house a data center of large scale while covering a series of secondary support functions. The data center will house grid computing systems to create an integrated management system of virtual servers to sublease online. The design takes into account the needs of scalability, reliability and security of a data center tier 3 according to standard TIA-942. Particular attention is given to optimize its energy efficiency through the use of the special features of the site chosen.

Περιεχόμενα

[Data Center στον Ελικώνα](#)

[Data Centers](#)

[Γενικά](#)

[Αξιοπιστία Συστημάτων](#)

[Βαθμίδα 1 - Βασική 99,671% Διαθεσιμότητα](#)

[Βαθμίδα 2 - Εφεδρικά στοιχεία 99,741% Διαθεσιμότητα](#)

[Βαθμίδα 3 - Παράλληλα συντηρήσιμα 99,982% Διαθεσιμότητα](#)

[Βαθμίδα 4 - ανεκτικό σε σφάλματα : 99,995% Διαθεσιμότητα](#)

[Ενέργεια](#)

[Συστήματα Ψύξης](#)

[Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις](#)

[Πρότυπες Λύσεις](#)

[Green Mountain](#)

[Ορυχείο Lefdal](#)

[Θέμα](#)

[Σενάριο Χρήσης](#)

[Η Τοποθεσία](#)

[Περιγραφή](#)

[Μορφολογικά Χαρακτηριστικά](#)

[Κλιματολογικά Χαρακτηριστικά](#)

Κριτήρια Επιλογής

Συνθετική Προσέγγιση

Τοπίο

Φράγμα & Στοές

Υβριδικό Σύστημα Ψύξης

Κινήσεις Γενικές

Κεντρικό Κτίριο

Διαχωρισμός Χρήσεων

Ξενώνες

Πλατεία

Βιβλιογραφία

Data Centers

Γενικά

Τα data center είναι ειδικευμένα περιβάλλοντα διαχείρισης υπολογιστικών συστημάτων. Καλύπτουν με αξιόπιστο τρόπο όλες τις λειτουργικές ανάγκες των συστημάτων αυτών, όπως ηλεκτρολογικές υποδομές, ψύξη συστημάτων, δικτυακή υποδομή, διαρκή διασύνδεση (uplink), φυσική ασφάλεια, πυρασφάλεια κλπ.

Παλαιότερα, τα data center δημιουργούνταν για να καλύψουν τις ανάγκες μιας συγκεκριμένης εταιρείας ή δημόσιου οργανισμού. Η διάδοση των υπολογιστών και του διαδικτύου δημιουργεί μια διαρκή ανάγκη απρόσκοπτης πρόσβασης σε υπολογιστική ισχύ και αποθηκευτικό χώρο. Η ανάγκη αυτή ανατρέπει τη σχέση ιδιοκτησίας - χρήσης που ίσχυε και τα νέα data center είναι συνήθως γενικής χρήσης παρέχοντας υπηρεσίες υποδομών πληροφορικής μέσω διαδικτύου (cloud services).

Αξιοπιστία Συστημάτων

Η αξιοπιστία ενός data center είναι το πιο βασικό του γνώρισμα. Η κατάταξη ενός data center με βάση την αξιοπιστία του γίνεται σύμφωνα με το διεθνές πρότυπο TIA-942 σε τέσσερις βαθμίδες.

Βαθμίδα 1 - Βασική 99,671% Διαθεσιμότητα

- Ευπαθή σε διαταραχές από προγραμματισμένα και απρόοπτα γεγονότα
- Μοναδική διαδρομή για διανομή ισχύος και ψύξης, χωρίς εφεδρικά στοιχεία (N)
- Υπάρχει ή όχι υπερυψωμένο δάπεδο
- UPS ή γεννήτρια
- Χρειάζονται 3 μήνες για την υλοποίηση
- Ετήσια διακοπή λειτουργίας 28,8 ώρες

- Πρέπει να κλείσει εντελώς για την εκτέλεση προληπτικής συντήρησης

Βαθμίδα 2 - Εφεδρικά στοιχεία 99,741%

Διαθεσιμότητα

- Λιγότερο επιρρεπές σε διαταραχές από προγραμματισμένα και απρόοπτα γεγονότα
- Μοναδική διαδρομή για διανομή ισχύος και ψύξης, με εφεδρικά στοιχεία (N+1)
- Περιλαμβάνει υπερυψωμένο δάπεδο , UPS και γεννήτρια
- Χρειάζονται 3 έως 6 μήνες για την υλοποίηση
- Ετήσια διακοπή λειτουργίας 22,0 ώρες
- Η συντήρηση της διαδρομής ισχύος και των άλλων τμημάτων της υποδομής απαιτούν προοδευτική διακοπή.

Βαθμίδα 3 - Παράλληλα συντηρήσιμα 99,982%

Διαθεσιμότητα

- Επιτρέπει την προγραμματισμένη δραστηριότητα χωρίς να διαταράσσεται η λειτουργία του υλικού, αλλά τα απρογραμμάτιστα γεγονότα εξακολουθούν να προκαλούν διαταραχές
- Πολλαπλές διαδρομές διανομής ισχύος και ψύξης διανομής αλλά μια διαδρομή ενεργή, με εφεδρικά στοιχεία (N+1)
- Χρειάζονται 15 έως 20 μήνες για την υλοποίηση
- Ετήσια διακοπή λειτουργίας 1,6 ώρες
- Περιλαμβάνει υπερυψωμένο δάπεδο και επαρκή δυναμικότητα και διανομή για να μεταφέρει φορτίο σε μία διαδρομή κατά την εκτέλεση των εργασιών συντήρησης στην άλλη

Βαθμίδα 4 - Ανεκτικό σε σφάλματα : 99,995%

Διαθεσιμότητα

- Η προγραμματισμένη δραστηριότητα δεν διαταράσσει το κρίσιμο φορτίο και το data center μπορεί να αντέξει τουλάχιστον ένα απρόοπτο συμβάν χειρότερου σεναρίου χωρίς επίδραση του κρίσιμου φορτίου.
- Πολλαπλές ενεργές διαδρομές διανομής ισχύος και ψύξης, περιλαμβάνει εφεδρικά στοιχεία ($2(N + 1)$), δηλαδή 2 UPS καθένα με $N + 1$ πλεόνασμα).
- Χρειάζονται 15 έως 20 μήνες για την υλοποίηση.
- Ετήσια διακοπή λειτουργίας 0,4 ώρες

Διαχωρίζοντας τα data center σε αυτά τα επίπεδα αξιοπιστίας παρέχεται στους σχεδιαστές μια μέθοδος για να κατατάσσουν ορισμένα στοιχεία των data center και να συγκρίνουν αντικειμενικά το ένα με το άλλο.

Ενέργεια

Εκτιμάται ότι το 2007 ο τομέας τεχνολογίας πληροφορικής και επικοινωνιών (Information and Communication Technologies ICT) ήταν υπεύθυνος για το 2% περίπου των παγκόσμιων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, με τα data center να ευθύνονται για το 14 % του αποτυπώματος των ICT.

Η κατανάλωση ενέργειας είναι ένα καθοριστικό μέγεθος για τα data center. Αποφάσεις κατά τη διαδικασία σχεδιασμού ενός datacenter όπως το μέγεθος, η θέση, η μορφή του κτηρίου, ο εξοπλισμός κλπ, λαμβάνονται κατά κύριο λόγο βάση του ενεργειακού τους αντίκτυπου.

Η κατανάλωση ενέργειας μπορεί να κυμαίνεται από μερικά κιλοβάτ για ένα ράφι με servers έως πολλά μεγαβάτ για μεγάλες εγκαταστάσεις. Σε μεγάλης κλίμακας data centers η κατανάλωση ενέργειας αποτελεί το κύριο έξοδο λειτουργίας. Για αυτό το λόγο οποιαδήποτε σχεδιαστική απόφαση μειώνει ή αυξάνει την καταναλώσιμη ενέργεια, έχει σημαντική επίδραση στην μακροχρόνια πρόσοδο ενός data center.

Το μεγαλύτερο μερίδιο ενέργειας καταναλώνεται άμεσα από τα ίδια τα υπολογιστικά συστήματα κατά τη λειτουργία τους. Η επιλογή εξοπλισμού γίνεται με κύριο γνώμονα όχι την επεξεργαστική ισχύ, αλλά τη σχέση μεταξύ επεξεργαστικής απόδοσης και ενεργειακής κατανάλωσης. Σε ένα μεγάλης κλίμακας data center είναι πολύ πιο οικονομικό να προστεθούν νέοι υπολογιστικοί κόμβοι στο πλέγμα για να καλυφθούν επιπλέον επεξεργαστικές ανάγκες, παρά να καταναλώνεται σε μόνιμη βάση επιπλέον ενέργεια για την κάλυψη της μελλοντικής ανάγκης επέκτασης της επεξεργαστικής ισχύος.

Η Αποτελεσματικότητα Χρήσης Ισχύος (Power Usage Effectiveness - PUE) είναι ίσως το πιο ευρέως διαδεδομένο μέγεθος ενεργειακής αξιολόγησης ενός data center. Η PUE είναι ένα απλό μέγεθος το οποίο εκφράζει το σύνθετο πρόβλημα του πόσο αποτελεσματικά χρησιμοποιεί ένα data center την ισχύ του.

$$PUE = \frac{\text{Συνολική Ενέργεια Λειτουργίας}}{\text{Ενέργεια Λειτουργίας Υπολογιστικών Συστημάτων}}$$

Η PUE είναι η αναλογία μεταξύ της συνολικής ενέργειας που χρησιμοποιείται από ένα data center και της ισχύος που διανέμεται στον εξοπλισμό. Οτιδήποτε δεν θεωρείται συσκευή που σχετίζεται με τα υπολογιστικά συστήματα (π.χ. ψύξη και φωτισμός) περιλαμβάνεται στην συνολική ενέργεια που καταναλώνει το data center. Η PUE δίνει μεγάλη βαρύτητα στη μεγιστοποίηση της ισχύος που διατίθενται για την εκτέλεση των εφαρμογών εξοπλισμού και την ελαχιστοποίηση του ρεύματος το οποίο καταναλώνεται από υποστηρικτικές λειτουργίες, όπως η ψύξη και η διανομή ηλεκτρικής ενέργειας.

Στα κέντρα ελέγχου λειτουργίας των σύγχρονων data center η PUE παρακολουθείται σε πραγματικό χρόνο για να λαμβάνονται οι αποφάσεις διαχείρισης των πόρων του συστήματος με το βέλτιστο τρόπο, ισορροπώντας την ενεργειακή κατανάλωση και την ζήτηση επεξεργαστικής ισχύος.

Μια PUE εύρους από 1,15 έως 1,20 αποτελεί state of the art. Η PUE = 1,0 είναι η ιδανική. Μια PUE < 1 θα ήταν δυνατή με την επιτόπου παραγωγή από την απορριπτόμενη θερμότητα, αλλά είναι συχνά *εμπορικά μη πρακτικό* να εφαρμοστεί, ειδικά για τα data center σε απομακρυσμένες περιοχές.

Η PUE δεν είναι σε όλες τις περιπτώσεις επαρκές κριτήριο για την ενεργειακή αποτελεσματικότητα ενός data center. Η PUE ενός data center θα είναι σχετικά χαμηλή σε περίπτωση που ο εξοπλισμός μέσα στο data center είναι ενεργειακά ανεπαρκής, δηλαδή, καταναλώνει περισσότερη ενέργεια από αυτήν που είναι απολύτως απαραίτητη για να διεκπεραιώσει τον όγκο εργασίας για τον οποίο προορίζεται. Επομένως, η βελτιστοποίηση της PUE πρέπει να συνοδεύεται από την ελαχιστοποίηση της χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας του ίδιου του εξοπλισμού. Ως εκ τούτου, η ενεργειακή απόδοση πρέπει να ληφθεί υπόψη και κατά την προμήθεια του εξοπλισμού.

Εκτός από την PUE σημαντικό ρόλο στην ενεργειακή αξιολόγηση παίζουν και οι δείκτες CUE και WUE.

Πιο συγκεκριμένα, η CUE (Carbon Usage Effectiveness) αποτελεί την αναλογία των συνολικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα λόγω της κατανάλωσης ενέργειας του data center (η ίδια που χρησιμοποιείται για την PUE) σε σχέση με την ενεργειακή κατανάλωση των servers και του εξοπλισμού (η ίδια που χρησιμοποιείται για την PUE).

$$CUE = \frac{\text{Συνολικές Εκπομπές Διοξειδίου του Άνθρακα}}{\text{Ενέργεια Λειτουργίας Υπολογιστικών Συστημάτων}}$$

Το μέγεθος αυτό εκφράζεται σε κιλά διοξειδίου του άνθρακα ανά κιλοβατώρα. Εάν ένα data center τροφοδοτείται 100% από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, θα έχει μηδενική CUE.

Η WUE (Water Usage Effectiveness) είναι ο λόγος της ετήσιας χρήσης νερού προς την ποσότητα της ενέργειας η οποία καταναλώνεται από τον εξοπλισμό και τους

servers και εκφράζεται σε λίτρα ανά κιλοβατώρα. Η ιδανική τιμή της WUE είναι μηδέν, εφόσον δεν υπάρχει νερό για να χρησιμοποιηθεί για τη λειτουργία του data center.

$$WUE = \frac{\text{Συνολικός Όγκος Νερού}}{\text{Ενέργεια Λειτουργίας Υπολογιστικών Συστημάτων}}$$

Συστήματα Ψύξης

Τα υπολογιστικά συστήματα καταναλώνουν ηλεκτρική ενέργεια και παράγουν θερμότητα. Πέρα από την ενέργεια λοιπόν που χρειάζονται για να λειτουργήσουν τα υπολογιστικά συστήματα, μεγάλο μερίδιο της συνολικής ενέργειας που καταναλώνεται από ένα data center χρησιμοποιείται για την λειτουργία της ψύξης τους. Η μείωση της ενέργειας αυτής ή η εκμετάλλευση της εκλυόμενης θερμότητας είναι ένα πεδίο έντονου ερευνητικού ενδιαφέροντος τα τελευταία χρόνια.

Ένας τρόπος μείωσης της ενέργειας που καταναλώνεται για την ψύξη ενός data center είναι η επιλογή σωστής τοποθεσίας. Δεν είναι άλλωστε τυχαίο ότι κάποια από τα πιο γνωστά για την ενεργειακή τους επάρκεια data center βρίσκονται σε χώρες με ευνοϊκές κλιματολογικές συνθήκες ή σε ορεινές τοποθεσίες και υψηλό υψόμετρο.

Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις

Σε σύγκριση με πολλές άλλες επιχειρήσεις και βιομηχανίες, τα data center αποτελούν περίπτωση σχετικά ήπιων περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Ωστόσο, η βιομηχανία των data center εργάζεται για την ανάπτυξη και την τυποποίηση ενός μεγάλου αριθμού λύσεων και πρακτικών που θα τα καταστήσουν περιβαλλοντικά αποδοτικότερα. Τα δύο ζητήματα στα οποία εστιάζει είναι η κατανάλωση της ενέργειας και η διαχείριση του εξοπλισμού που αποσύρεται.

Στην περίπτωση της διαχείρισης του πεπαλαιωμένου εξοπλισμού επιχειρείται καταρχάς η μείωση της χρήσης επικίνδυνων υλικών κατά την παραγωγή του εξοπλισμού και σε δεύτερη φάση η οργανωμένη ανακύκλωση των ανακτήσιμων πρώτων υλών μέσα από ειδικές διαδικασίες καταστροφής και απόρριψης του υλικού.

Στο κομμάτι της μείωσης της απαιτούμενης ενέργειας οι προσεγγίσεις στρέφονται τόσο στη βελτίωση της απόδοσης των υπολογιστικών συστημάτων μέσα από την μεγιστοποίηση του παραγόμενου έργου ανά μονάδα ενέργειας, όσο και στην μείωση της άμεσης και έμμεσης ενέργειας που καταναλώνεται για την παραγωγή του έργου αυτού. Η αποτελεσματική διαχείριση των προβλημάτων απαιτεί την δημιουργία μεγάλης κλίμακας data center για να είναι οικονομικά βιώσιμο ένα τέτοιο εγχείρημα.

Συνήθης πρακτική είναι η εκμετάλλευση ευνοϊκών κλιματολογικών συνθηκών ή κάποιας άλλης ιδιαιτερότητας μιας περιοχής για την αποδοτικότερη ψύξη των υπολογιστικών συστημάτων με την ελάχιστη δυνατή ενέργεια. Τα τελευταία χρόνια, πολλές χώρες με ευνοϊκές συνθήκες έχουν προσπαθήσει να προσελκύσουν μεγάλους διεθνείς οργανισμούς για να φιλοξενήσουν τα data center τους σε αυτές.

Πρότυπες Λύσεις

Green Mountain



Το Green Mountain είναι ένα data center που βρίσκεται σε ένα υπόγειο καταφύγιο πυρομαχικών του NATO έκτασης 22.000 m² χτισμένο το 1964 σε ένα νησί κοντά στο Stavanger. Οι υπάρχουσες στρατιωτικού επιπέδου υποδομές σε συνδυασμό με τη θέση του κοντά σε ένα βαθύ φιόρδ το καθιστά ιδανικό για ένα υψηλής ασφαλείας data center με φιλική προς το περιβάλλον λειτουργία. Χρησιμοποιώντας τους φυσικούς πόρους και την τελευταία λέξη της τεχνολογίας σχεδιάστηκε μια μονάδα η οποία είναι εξαιρετικά αποτελεσματική, χρησιμοποιώντας την τοπική υδροηλεκτρική ενέργεια με μηδενικό ανθρακικό αποτύπωμα.

Όταν η τοποθεσία επιλέχθηκε από το NATO, η διαθεσιμότητα της ενέργειας πρέπει να αποτέλεσε σημαντικό κριτήριο. Η τοποθεσία έχει καλώδια που έρχονται από τρεις ανεξάρτητες ή εν μέρει ανεξάρτητες πηγές κατεύθυνσης. Ένα καλώδιο από το Randaberg, ένα από Finnøy και ένα από Nordbø εξασφαλίζουν ότι η περιοχή έχει μοναδική διαθεσιμότητα ισχύος. Ως απεικόνιση αυτού, η στατιστική διαθεσιμότητα

ενέργειας έχει υπολογισθεί ότι υπερβαίνει το 99,995 % της συνολικής διαθεσιμότητας ενός συστήματος Διαβάθμισης 4. Αυτό αποδεικνύει τη συνολική ποιότητα της υποδομής εφοδιασμού στην περιοχή, σε συνδυασμό με το γεγονός ότι τα καλώδια είναι λιγότερο επιρρεπή σε βλάβες από ότι οι γραμμές. Πάνω από όλα, το γεγονός ότι η παροχή γίνεται από τρεις κατευθύνσεις αυξάνει σημαντικά τη διαθεσιμότητα.

Η περιοχή Rogaland είναι μία από τις μεγαλύτερες παραγωγούς υδροηλεκτρικής ενέργειας της Νορβηγίας. Σε κοντινή απόσταση από την τοποθεσία του Green Mountain στο Rennesøy υπάρχουν οκτώ γεννήτριες υδροηλεκτρικής ενέργειας σε τρεις σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που συνδέονται με μεγάλες δεξαμενές νερού και με το εθνικό δίκτυο. Επίσης, ενέργεια ερχόμενη από κοντινή απόσταση και από 100% οικολογική παροχή ηλεκτρικού ρεύματος δίνει έμφαση στην “πράσινη” IT διάσταση της τοποθεσίας.

Το φιόρδ, το οποίο βρίσκεται λίγα μέτρα μακριά από τις σήραγγες εισόδου στις αίθουσες εντός του βουνού, είναι ένα λεγόμενο “συνοριακό” φιόρδ, με το βαθύτερο σημείο του ακριβώς έξω από τις σήραγγες. Το σύνορο δημιουργεί μία τεράστια λεκάνη κάτω από το νερό με σταθερή θερμοκρασία νερού όλο το χρόνο. Η θερμοκρασία του νερού σε βάθος 75m έως 140m κυμαίνεται στους 7,8 °C περίπου όλο το έτος. Η λεκάνη σε αυτό το βάθος δεν επηρεάζεται από τις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας των παράκτιων υδάτων από τον ήλιο το καλοκαίρι και από το κρύο κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Το νερό αυτό έρχεται προς την επιφάνεια με τη μέθοδο της μετάγγισης, περνά μέσα από ένα εναλλάκτη θερμότητας και κυκλοφορεί γύρω από το δωμάτιο των servers ψύχοντάς τους.

Η ισχύς για να λειτουργήσει ένα τυπικό data center συνήθως διαχωρίζεται σε 70% στην ενέργεια για τους servers και 30% για την ψύξη τους. Στο Green Mountain λόγω του πρότυπου αυτού συστήματος ψύξης μπορεί να χρησιμοποιηθεί έως και 95% της ενέργειας για τους servers και 5% για την ψύξη τους, μια τεράστια εξοικονόμηση ενέργειας δίνοντας ένα εξαιρετικά χαμηλό PUE για το data center.

Η θέση των αιθουσών δεδομένων 100m μέσα στο βουνό, και με πάνω από 100m κάλυψη καθ’ ύψος, εξασφαλίζει επίσης ότι το data center είναι καλά προστατευμένο από τις φυσικές καταστροφές και τη έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικούς παλμούς (EMP), από τις ηλιακές καταιγίδες ή τις ηφαιστειακές εκρήξεις. Στην

πραγματικότητα, το κέντρο έχει κατασκευαστεί λαμβάνοντας υπόψη και την προστασία από πυρηνικές εκρήξεις.

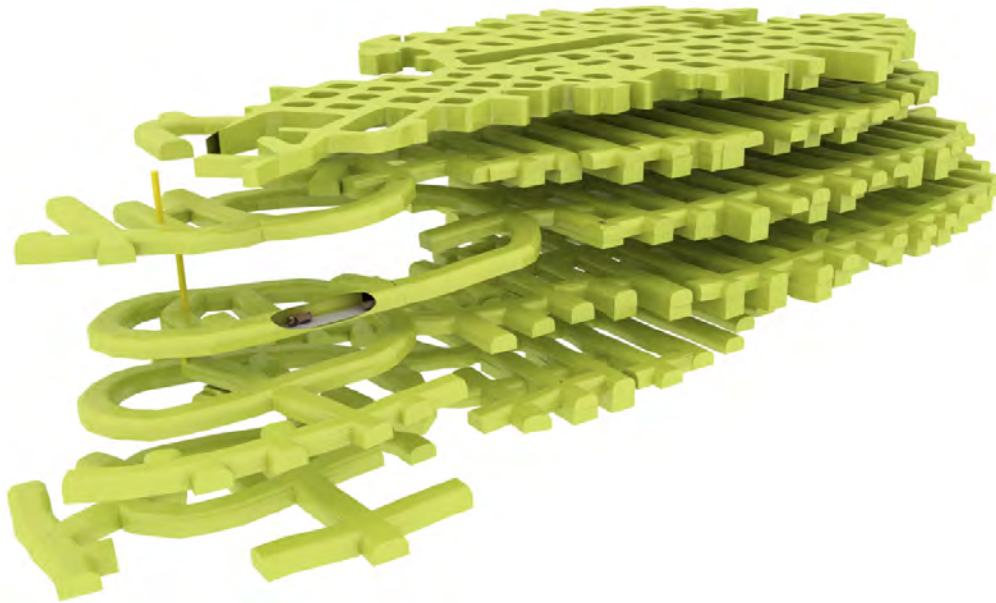
Η τοποθεσία βαθιά μέσα στο βουνό σε συνδυασμό με το γεγονός ότι οι υπολογιστές δεν απαιτούν οξυγόνο για τη λειτουργία τους επιτρέπει για την εφαρμογή ειδικών λύσεων όσον αφορά στον εξαερισμό. Για το Green Mountain επιλέχθηκε η υποξία μέθοδος εξαερισμού για να αποκλεισθεί κάθε περίπτωση πυρκαγιάς. Αυτή η τεχνολογία μειώνει το επίπεδο οξυγόνου του αέρα στις αίθουσες δεδομένων έως περίπου 15 % σε σύγκριση με το κανονικό το οποίο είναι 20,9 %. Με τον τρόπο αυτό η ατμοσφαιρική πίεση πέφτει στο επίπεδο της θάλασσας και η καύση είναι αδύνατη. Ταυτόχρονα, η ανθρώπινη αναπνοή είναι ως επί το πλείστον ανεπηρέαστη από το μειωμένο επίπεδο οξυγόνου.

Το σύστημα αυτό δημιουργεί πολλά οφέλη. Το πιο σημαντικό, φυσικά, είναι δεν προκύπτουν ζημιές λόγω πυρκαγιάς, ενώ περιορίζονται σε ζημιές λόγω του καπνού. Επιπλέον, κάθε δευτερεύουσα βλάβη, όπως δηλητηριώδη αέρια, διάβρωση, άλλες περιβαλλοντικές ζημιές που αποτελούν δαπανηρές συνέπειες μιας εστίας πυρκαγιάς, απομακρύνεται αποτελεσματικά.

Άλλο ένα σαφές πλεονέκτημα του συστήματος είναι ότι η ποιότητα του αέρα είναι βελτιωμένη. Η υψηλή περιεκτικότητα σε άλατα η οποία παρατηρείται στα παράκτια κλίματα και επηρεάζει στη μείωση του χρόνου ζωής και την αξιοπιστία του εξοπλισμού υπολογιστών, μετατρέπεται σε ένα βέλτιστο κλίμα για τον εξοπλισμό υπολογιστών.

Το Green Mountain έχει ως σαφή φιλοδοξία να είναι το πιο “πράσινο” data center στον κόσμο. Ο συνδυασμός της χρήσης υδροηλεκτρικής ενέργειας, της ελεύθερης ψύξης από τη θάλασσα, της χρήσης σύγχρονων υποδομών τεχνολογίας και επιμέρους βελτιστοποιήσεων σε όλες τις επιλογές σχεδιασμού του data center πετυχαίνουν το στόχο αυτό, δίνοντάς του ένα από τα χαμηλότερα PUE παγκοσμίως.

Ορυχείο Lefdal



Το ορυχείο στο Lefdal είναι το μεγαλύτερο υπόγειο ορυχείο ολιβίνη στον κόσμο. Βρίσκεται στην περιοχή Sogn og Fjordane μεταξύ Måløy και Nordfjordeid. Το ορυχείο βρίσκεται δίπλα σε ένα βαθύ, κρύο φιόρντ με μία σταθερή και άφθονη παροχή “πράσινης” ενέργειας (υδροηλεκτρική και αιολική ενέργεια). Η τοποθεσία έχει εξαιρετικές συνδέσεις με το τοπικό οδικό δίκτυο, το λιμάνι, κοντινές πηγές ανανεώσιμης ενέργειας, τηλεπικοινωνιακά δίκτυα οπτικών ινών, με ένα τοπικό αεροδρόμιο προσβάσιμο οδικώς και με το δικό του ελικοδρόμιο. Η πόλη Måløy θεωρείται ως ένα από τα πιο σημαντικά λιμάνια αλιείας στην παράκτια περιοχή της Sogn og Fjordane και είναι σε θέση να υποστηρίξει τις τεχνικές δεξιότητες και τις απαιτήσεις συντήρησης για ένα τόσο απομακρυσμένο και ασφαλές data center.

Το ορυχείο είναι προσβάσιμο από ένα μόνο υπέργειο σημείο εισόδου. Αυτό παρέχει υψηλού επιπέδου ασφάλεια και έλεγχο πρόσβασης, και ταυτόχρονα προσφέρει φυσική προστασία από ηλεκτρομαγνητικούς παλμούς (ElectroMagnetic Pulse - EMP) λόγω της φυσικής βραχώδους μορφολογίας του εδάφους. Έχει δημιουργηθεί μία κύρια δίοδος από το χαμηλότερο επίπεδο του ορυχείου έως πάνω από το έδαφος η οποία παρέχει φυσικό εξαιρισμό και έξοδο κινδύνου.

Το ορυχείο αποτελείται από έξι επίπεδα χωρισμένα σε 75 θαλάμους με ωφέλιμο εμβαδόν του ανά επίπεδο περίπου 120.000 τετραγωνικών μέτρων. Η οδός πρόσβασης που οδηγεί στο ορυχείο είναι μια σπείρα πλάτους 14 μέτρων και ύψους 8,5 μέτρα. Από την κορυφή της σπείρας έως το επίπεδο 5 η κάθετη απόσταση είναι 130 μέτρα. Η θερμοκρασία στο ορυχείο είναι σταθερή στους +8 Βαθμούς όλο το χρόνο. Ένα κάθετο φρεάτιο τροφοδοτεί με αέρα τους ανεμιστήρες, οι οποίοι προορίζονται για τον εξοπλισμό, σε κάθε επίπεδο στο ορυχείο. Ο αέρας που επιστρέφει χρησιμοποιεί την σπείρα ως διέξοδο.

Η αρχική πρόταση είναι να εξοπλιστούν με υπολογιστικά συστήματα τα επίπεδα 3, 4 και 5. Η διαρρύθμιση του ορυχείου είναι τέτοια ώστε η οδός - σπείρα παρέχει άμεση πρόσβαση σε κάθε επίπεδο. Κάθε επίπεδο αποτελείται από ένα κεντρικό διάδρομο πρόσβασης, ο οποίος πρόκειται να μετονομαστεί ως η «Λεωφόρος». Η Λεωφόρος παρέχει άμεση πρόσβαση σε κενούς θαλάμους σε κάθε επίπεδο, οι θάλαμοι αυτοί θα μετονομαστούν σε «Δρόμους» και ποικίλλουν σε βάθος. Λόγω των εξορύξεων του πρώην ορυχείου και της διαρρύθμισης του κάθε επιπέδου, παρέχεται σε κάθε όροφο μια δευτερεύουσα οδός/σήραγγα πρόσβασης και έχει διαμορφωθεί υψηλότερα από ό,τι οι Δρόμοι. Αυτές οι οδοί/σήραγγες πρόσβασης είναι ιδανικές για τη ζώνη διανομής υπηρεσιών, που παρέχει μια συνεχή σύνδεση με τους Δρόμους. Αυτές θα μετονομαστούν σε «Τούνελ Υπηρεσιών».

Η πρόσβαση για τους επισκέπτες και το προσωπικό θα είναι υπέργεια, σε ένα ειδικά διαμορφωμένο ασφαλές Κεντρικό Κτίριο το οποίο θα διαθέτει ένα φιλόξενο χώρο υποδοχής, γραφεία, αίθουσες συνεδριάσεων, δωμάτια υποστήριξης μηχανικών εγκαταστάσεων και διαμονής του προσωπικού και όλα αυτά με θέα το γραφικό φιόρδ. Μια σήραγγα πρόσβασης του προσωπικού και των επισκεπτών θα δημιουργηθεί παρέχοντας πρόσβαση από το Κεντρικό Κτίριο σε όλα τα επίπεδα του data center. Ένα monorail σύστημα μεταφοράς θα μεταφέρει επιβάτες μεταξύ των ορόφων. Αυτή η σήραγγα θα αποτελεί επίσης ένα δευτερεύον μέσο διαφυγής από τις Λεωφόρους και τους Δρόμους.

Αρκετοί υδροηλεκτρικοί σταθμοί στην περιοχή του Lefdal παρέχουν μια πλεονάζουσα τροφοδοσία ισχύος. Η τρέχουσα παροχή ηλεκτρικού ρεύματος έχει μια στατιστική αξιοπιστία της τάξης του 99,97%, η οποία είναι συμβατή με απαιτήσεις Διαβάθμισης 3. Η συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην περιοχή είναι

προς το παρόν 12,7 TWh. Η προβλεπόμενη παραγωγική ικανότητα για το έργο είναι ακόμη υπό μελέτη και θα αυξηθεί σταδιακά καθώς το έργο εξελίσσεται.

Το σύστημα ψύξης βασίζεται σε θαλασσινό νερό που χρησιμοποιείται ως πηγή ψύξης μέσω ενός εναλλάκτη θερμότητας για ένα κλειστό κύκλωμα γλυκού νερού που ψύχει τους υπολογιστές μέσω των ενσωματωμένων συστημάτων ψύξης. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς ψύξης είναι 30.000 kW.

Θέμα

Σενάριο Χρήσης

Ζητούμενο της διπλωματικής εργασίας είναι ο σχεδιασμός ενός κτηρίου που να στεγάσει ένα data center μεγάλης κλίμακας καλύπτοντας ταυτόχρονα μια σειρά από δευτερεύουσες υποστηρικτικές λειτουργίες. Το data center θα στεγάσει πλέγμα υπολογιστικών συστημάτων για τη δημιουργία ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης εικονικών server προς υπενοικίαση μέσω διαδικτύου. Ο σχεδιασμός λαμβάνει υπόψιν του τις ανάγκες επεκτασιμότητας, αξιοπιστίας και ασφάλειας ενός data center επιπέδου 3, σύμφωνα με το πρότυπο TIA-942. Ιδιαίτερη μέριμνα δίνεται στην βελτιστοποίηση της ενεργειακής του αποδοτικότητας μέσα από την εκμετάλλευση των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών του οικοπέδου που επιλέγεται.

Η Τοποθεσία

Περιγραφή

Η τοποθεσία που έχει επιλεγεί για την διαμόρφωση του data center βρίσκεται 160χλμ Βορειοδυτικά της Αθήνας στο Νομό Βοιωτίας, στο Όρος Ελικώνας. Η πλησιέστερη μεγάλη πόλη είναι η Λιβαδειά (20χλμ), ενώ σε αποστάσεις μικρότερες των 15 χιλιομέτρων βρίσκονται: Δίστομο, Άσπρα Σπίτια (παραλία Διστόμου), Στείρι, Αράχοβα, Δαύλεια και Κυριάκι. Οι γύρω περιοχές έχουν έντονη βιομηχανική δραστηριότητα κυρίως λόγω των κοιτασμάτων βωξίτη αλλά και άλλων ορυκτών.

Μορφολογικά Χαρακτηριστικά

Η περιοχή είναι χαρακτηριστική για το έντονο βραχώδες και δασώδες ανάγλυφο της. Το μεγάλο σχετικά υψόμετρο (800+ μ) είναι ιδανικό για την ανάπτυξη έντονης βλάστησης, κυρίως κωνοφόρων δέντρων, ελάτων και πεύκων. Το οικοπέδο που επιλέχθηκε αποτελείται από δύο οροπέδια στη Βόρεια πλευρά του Ελικώνα που είναι αποτέλεσμα της χρόνιας βόσκησης στην περιοχή. Τα δύο μέρη έχουν παρά την εγγύτητά τους σημαντική υψομετρική διαφορά. Κατά μήκος των οικοπέδων και κάθετα στη στροφή του δρόμου περνά υπογείως μία μεγάλη σήραγγα εξόρυξης βωξίτη που η είσοδός της είναι σε χαμηλότερο υψόμετρο. Σε ένα ενδιάμεσο επίπεδο μεταξύ των δύο οικοπέδων (πιο κοντά στο κάτω οικόπεδο) υπάρχει είσοδος δευτερεύουσας στοάς εξόρυξης επίσης εγκαταλελειμμένη. Στη βάση του κατώτερου πλατώματος περνάει επαρχιακός δρόμος μεγάλου πλάτους, λόγω της συχνής διέλευσης φορτηγών. Η πρόσβαση στο πάνω πλάτωμα γίνεται από παράπλευρο χωματόδρομο. Περιμετρικά των δύο αγροτεμαχίων και στις κορυφές του γύρω αναγλύφου έχει εγκατασταθεί αιολικό πάρκο με 6 ανεμογεννήτριες.

Κλιματολογικά Χαρακτηριστικά

Από μετεωρολογικούς σταθμούς που έχουν τοποθετηθεί γύρω από την περιοχή, σε βάθος 3 χρόνων, έχει παρατηρηθεί σταθερός κύκλος καιρικών φαινομένων στη διάρκεια του χρόνου. Οι μέση θερμοκρασία του αέρα παρουσιάζει έντονη διακύμανση στη διάρκεια του χρόνου, της τάξης των 20° C με τις χαμηλότερες θερμοκρασίες να παρατηρούνται τον Ιανουάριο (5° C) και τις υψηλότερες τον Ιούλιο (23° C). Οι βροχοπτώσεις είναι έντονες και κυμαίνονται από 800 έως 900 mm ετησίως ενώ οι άνεμοι είναι συνεχείς στη διάρκεια του έτους 8-17 m/s. Αυτά τα κλιματολογικά χαρακτηριστικά σε συνδυασμό με το προσανατολισμό της περιοχής την χρίζουν ιδανική για ανάπτυξη εφαρμογών που απαιτούν χαμηλές και ελεγχόμενες θερμοκρασίες που η επίτευξη τους υπό άλλες συνθήκες θα ήταν απλά ενεργοβόρα.

Κριτήρια Επιλογής

Η ευρύτερη περιοχή έχει επάρκεια ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ. Στην κορυφογραμμή που επιβλέπει το οικοπέδο λειτουργεί ήδη αιολικό πάρκο ισχύος 18MW, η συνολική ισχύς από ΑΠΕ στην ευρύτερη περιοχή Διστόμου - Ελικώνα είναι 180MW με επιπλέον εγκαταστάσεις συνολικής ισχύος 105MW να είναι υπό κατασκευή. Οι εγκαταστάσεις αυτές σε συνδυασμό με την ηλεκτροπαραγωγική μονάδα φυσικού αερίου 334MW στην Αντίκυρα δημιουργούν ένα οικολογικό και αξιόπιστο ηλεκτρικό δίκτυο τροφοδότησης του data center.

Όμως, το πιο σημαντικό χαρακτηριστικό που οδήγησε στην επιλογή της τοποθεσίας είναι η ύπαρξη των εγκαταλελειμμένων στοών εξόρυξης βωξίτη στο υπέδαφος του οικοπέδου. Οι στοές, ανήκαν στην εταιρεία Ελληνικοί Βωξίτες Ελικώνα, Γ. Μπάρλος και έχουν σταματήσει να λειτουργούν από τα τέλη της δεκαετίας του '80. Η κεντρική στοά που έχει την είσοδό της σε ένα επίπεδο 15μ χαμηλότερα από το κάτω πλάτωμα είναι αρκετά μεγάλη ώστε να επιτρέπει την είσοδο αυτοκινούμενων μηχανημάτων εκσκαφής και διεισδύει βαθιά στον ορεινό όγκο. Στο εσωτερικό της στοάς η θερμοκρασία του αέρα είναι πολύ χαμηλή λόγω της μεγάλης θερμικής μάζας του βράχου και διατηρείται ουσιαστικά σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Αυτό δίνει τη δυνατότητα ανάπτυξης ενός υβριδικού συστήματος ψύξης που αναλύεται παρακάτω.

Συνθετική Προσέγγιση

Τοπίο

Όπως αναλύθηκε και παραπάνω η περιοχή που τοποθετείται το data center είναι οροπέδιο στοιχισμένο από Νότο, Ανατολή και Δύση με βουνά και ανοιχτό από Βορρά. Επιχειρείται η ένταξη των διαφόρων κτιριακών όγκων στο φυσικό τοπίο με τέτοιο τρόπο ώστε να ενισχύεται η χρήση και η αντιμετώπιση των λειτουργικών του αναγκών, αλλά ταυτόχρονα να επαναπροσδιορίζεται η έννοια του τοπίου και των σχέσεων ανάμεσα στο τεχνητό και φυσικό. Χρησιμοποιούνται σχέσεις προβολής, επικάλυψης, επαφής και αναδίπλωσης του φυσικού φλοιού καθώς και επανάχρησης και επαναπροσδιορισμού του υπόγειου - ανενεργού και νεκρού - χώρου.

Φράγμα & Στοές

Στο ανώτερο τμήμα του πάνω πλατώματος επιχειρείται ρήξη με το φυσικό τοπίο. Εγκάρσια στο οικόπεδο και κάθετα στους άξονες των στοών υπογείως το έδαφος αναδιπλώνεται, υποχωρεί και εξυψώνεται. Η αναδίπλωση αυτή διαμορφώνει ταυτόχρονα το όριο του φράγματος και τη τάφρο μπροστά του. Στον κενό χώρο που δημιουργείται ανάμεσα στο φράγμα και τη τάφρο αναπτύσσεται το βασικό κτιριολογικό πρόγραμμα του data center. Κεντρικά του κτιρίου και υπογείως διανοίγεται πηγάδι που το ενώνει με τη στοά και χρησιμοποιηθεί για την υλοποίηση του υβριδικού συστήματος ψύξης.

Υβριδικό Σύστημα Ψύξης

Για την αποδοτική ψύξη των των υπολογιστικών συστημάτων και την ταυτόχρονη μείωση του κόστους αυτής, υλοποιείται ένα υβριδικό σύστημα ψύξης. Στα περισσότερα μεγάλα συστήματα ψύξης ως μέσο για την αποβολή της θερμότητας από το σύστημα χρησιμοποιείται το νερό. Για το λόγο αυτό πολλά data center τοποθετούνται κοντά σε περιοχές με τρεχούμενο νερό ή τη θάλασσα. Ο αποβαλλόμενος ζεστός αέρας από τις συστοιχίες των υπολογιστών αντλείται και

διοχετεύεται στους εναλλάκτες θερμότητας που μεταφέρουν τη θερμότητα του στο νερό που κυκλοφορεί σε κλειστό κύκλωμα σωληνώσεων. Οι σωληνώσεις κατέρχονται υπόγεια και εισέρχονται στη στοά όπου με μια διαμόρφωση ψύκτρας αποβάλλουν τη θερμότητα μέσα στη στοά για να καταλήξουν πάλι στη λίμνη, εκεί όπου αρχίζει ο κύκλος. Ο προσανατολισμός της στοάς (Βορράς - Νότος) λόγω διαφοράς δυναμικού παράγει σταθερή ροή αέρα στο εσωτερικό τους εξασφαλίζοντας την γρηγορότερη αποβολή της θερμότητας που θα συσσωρευτεί κατά τον κύκλο ψύξης. Ο συνδυασμός αυτός καθιστά το σύστημα εν μέρει παθητικό και μειώνει δραματικά τις ανάγκες για ενέργεια και κατ' επέκταση βελτιώνει την PUE στα βέλτιστα επίπεδα των διεθνών πρότυπων. Για την υλοποίηση του συστήματος αυτού σχεδιάζεται μικρός ταμιευτήρας νερού χωρητικότητας 170000m³, με αντλιοστάσιο που όμως έχει σχετικά μικρή κατανάλωση αφού προορίζεται μόνο για την κυκλοφορία του νερού μεταξύ της λίμνης και της στοάς. Η μεγάλη θερμοχωρητικότητα της λίμνης σε συνδυασμό με τη μεγάλη επιφάνεια της, καθιστά δυνατή την έγκαιρη αποβολή της πλεονάζουσας θερμότητας και εξασφαλίζει ότι η θερμοκρασία του νερού δεν θα γίνει αποτρεπτική για τη χρήση του στη ψύξη. Ταυτόχρονα οι έντονες βροχοπτώσεις στη περιοχή εξασφαλίζουν μεγάλη αναπλήρωση του αποθέματος νερού από ενδεχόμενη εξάτμιση ή απορρόφηση από το έδαφος.

Κινήσεις Γενικές

Οι βασικές σχεδιαστικές αρχές της άρθρωσης των κτιριακών όγκων είναι ο άξονας, το όριο και η πλατεία. Εξαρχής, είχε παρατηρηθεί η αξονική σχέση που παρουσίαζαν τα δύο πλατώματα υπογείως με τις στοές αλλά και με τον υπάρχοντα δρόμο που τα ενώνει. Τα δυο οικόπεδα αναπτύσσονται εκατέρωθεν του δρόμου ο οποίος εντείνεται και γίνεται απόλυτα γραμμικός. Το τέλος του δρόμου ήταν το όριο (φράγμα) που ορθώνεται στο πίσω μέρος του οικοπέδου ενώ στα δεξιά το μεγαλύτερο μέρος της επιφάνειας παίρνει τη μορφή πλατείας που ανεβάζει στη βάση της πλαγίας προς τους ξενώνες. Αντίστοιχα στο κάτω οικόπεδο διαμορφώνεται ένας κτιριακός όγκος στο πλάι το δρόμου. Διεκδικώντας μία περαιτέρω ενίσχυση της αξονικότητας διαμορφώνεται απόληξη στην έξοδο της στοάς με χρήση παρατηρητηρίου.

Κεντρικό Κτίριο

Ο βασικός πυρήνας των λειτουργιών του data center συγκεντρώνεται σε ένα γραμμικό κτίριο που ‘κρύβεται’ κάτω από τη λίμνη. Με την κίνηση επιχειρείται να μην καταλύσει το τοπίο ο μεγάλος και, εκ των λειτουργικών απαιτήσεων, ενιαίος όγκος στέγασης των υπολογιστικών συστημάτων. Στο βάθος του κτηρίου τοποθετείται ο χώρος στέγασης των υπολογιστικών συστημάτων. Ο χώρος αυτός αποτελεί την ‘καρδιά’ του data center. Πρόκειται για έναν ενιαίο χώρο μεγάλης επιφάνειας και ελεύθερου ύψους μέσα στον οποίο αναπτύσσονται οι εγκαταστάσεις των υπολογιστικών συστημάτων σε συστοιχίες και ενός υποστηρικτικού ορόφου στέγασης του μηχανολογικού και ηλεκτρολογικού υλικού των συστοιχιών. Στο νότιο τμήμα του υπάρχει ο τοίχος του φράγματος της λίμνης. Στα πλαϊνά ο χώρος περιτοιχίζεται από το βουνό. Η μπροστινή του όψη κλείνει από τον όγκο ενός γραμμικού κτηρίου που στεγάζει όλες τις λειτουργίες υποστήριξης της απρόσκοπτης λειτουργίας των συστημάτων. Η πρόσβαση από το ‘μπροστά’ κτίριο στον πυρήνα του data center γίνεται με διαβαθμίσεις ασφαλείας, τόσο στο πρώτο επίπεδο όσο κυρίως στο δεύτερο επίπεδο όπου υπάρχει φυσική πρόσβαση στα υπολογιστικά συστήματα. Το γραμμικό αυτό κτίριο που ορίζει και την πρόσοψη όλου του κεντρικού κτηρίου στεγάζει όλα τα γραφεία, αποθήκες, εργαστήρια και κέντρα ελέγχου του data center καθώς και μια σειρά από βοηθητικά πληροφοριακά συστήματα όπως backup rooms, network rooms κα. πιο συγκεκριμένα:

- Κέντρο ελέγχου (Command Room)

Είναι ο βασικός χώρος ελέγχου όλων των συστημάτων του data center. Οι εργαζόμενοι μέσα από εκεί μπορούν ανά πάσα στιγμή να ελέγξουν και ανακαταναείμουν τη διαθέσιμη επεξεργαστική ισχύ, τις καταναλώσεις ηλεκτρικής ενέργειας, τη συνδεσιμότητα, την επάρκεια των συστημάτων ψύξης και να πάρουν μέτρα σε τυχόν δυσλειτουργίες.

- Κέντρο δικτύου και τηλεματικής (Network Room)

Αποτελείται από ένα ενιαίο χώρο μέσα στον οποίο υλοποιείται το δίκτυο των υπολογιστών και η σύνδεση του data center με τον “έξω κόσμο”. Σε αυτό το

χώρο καταφθάνουν οι οπτικές ίνες από το χώρο των υπολογιστών, την εξωτερική σύνδεση και το κέντρο ελέγχου.

- Κέντρο καταγραφών και αντιγράφων ασφαλείας (Backup Room)

Αποτελεί απομονωμένο χώρο (Clean Room) στον οποίο καταγράφονται όλες οι “ψηφιακές κινήσεις” στο δίκτυο του data center. Μέσα σε αυτό το χώρο αναπτύσσεται ειδική συστοιχία σκληρών δίσκων τους οποίους διαχειρίζεται ρομποτικός βραχίονας.

- Κέντρο διανομής ηλεκτρικού ρεύματος (Electrical Distribution Room)

Είναι ο χώρος που καταφθάνουν οι γραμμές του ηλεκτρικού ρεύματος και κατόπιν διανέμεται στα διάφορα συστήματα και χώρους του data center.

- Χώροι γραφείων

Οι γραφειακοί χώροι μεταξύ άλλων περιλαμβάνουν δωμάτια συσκέψεων (Planning rooms) και τηλεδιασκέψεων, γραμματεία και γραφεία προϊστάμενων

- Χώροι αναψυχής - ανάπαυσης, εστιατόριο - κουζίνα

Καθώς το data center χαρακτηρίζεται από όσο το δυνατόν συνεχή και αδιάλειπτη λειτουργία και οι καθημερινές απαιτήσεις του είναι ελάχιστες αλλά εστιάζουν κυρίως στην επίβλεψη και συντήρηση του, για το ελάχιστο προσωπικό που διαθέτει (20-30 άτομα) παρέχονται χώροι ανάπαυσης και αναψυχής καθώς και εστιατόριο με κουζίνα.

- Αποθήκες - εργαστήρια

Λόγω της απομόνωσης του data center αλλά και λόγω της ανάγκης για την απρόσκοπτη διαρκή αναβάθμιση του υλικού χωρίς διακοπές στην λειτουργία καθώς και για τις τυχόν μετατροπές μηχανολογικών που μπορεί να χρειαστούν κατά τις αναβαθμίσεις αυτές, πρέπει να υπάρχουν επαρκείς χώροι επιτόπου αποθήκευσης υλικοτεχνικού εξοπλισμού αλλά και εργαστήρια κατασκευών και συντήρησης.

Κτίριο βοηθητικών χρήσεων

Στο κάτω πλάτωμα, που έχει την πρόσβαση από τον δρόμο, διαμορφώνεται ένα βοηθητικό κτίριο. Το κτίριο περιλαμβάνει μικρό υπόστεγο χώρο στάθμευσης, αποθήκες βαρέων υλικών, πρότυπη μονάδα αποθήκευσης / παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με συμπίεση αέρα μέσα στο χώρο του ορυχείου, καθώς και τα γραφεία του προσωπικού ασφάλειας για άμεση επιτήρηση της πρόσβασης προς το “campus” του data center.

Ξενώνες

Για την κάλυψη των αναγκών έκτακτης και μόνιμης στέγασης του προσωπικού του data center σχεδιάζονται ξενώνες. Βασική συνθετική αναφορά στην επίλυση είναι η στοά. Με τη χρήση επάλληλων τοιχίων παράλληλα με τον άξονα του κεντρικού κτιρίου τα οποία εισέρχονται στο έδαφος, δημιουργούνται υπόγειες κατοικίες. Για τον φωτισμό και αερισμό του εσωτερικού σχεδιάζεται ένα μοτίβο ανοιγμάτων στο έδαφος που στην επανάληψή του λειτουργεί σαν όριο μεταξύ του φυσικού τοπίου και του ημιαστικού περιβάλλοντος της πλατείας μπροστά από το κεντρικό κτίριο.

Σχεδιάζονται 21 ξενώνες για ένα ή δύο άτομα. Επιλέγονται τρία συγκεκριμένα μοντέλα τα οποία τοποθετημένα κατάλληλα δημιουργούν ενότητες των 7 ξενώνων που επαναλαμβάνονται 3 φορές. Πρόκειται ουσιαστικά για παραλλαγές ενός σχεδιαστικού προτύπου, στενών γραμμικών κατοικιών σε λωρίδες των 3 μέτρων. Κάθε ξενώνας φιλοξενεί τις βασικές λειτουργίες κατοικίας, ενταγμένες σε έναν αξονικό, γραμμικό σχεδιασμό.

Κάθε ενότητα ξενώνων εισάγεται εντός του εδάφους και τις έντονης φυσική κλίσης. Έτσι, αξιοποιώντας και τους ψηλότερους τοίχους μεταξύ κάθε ξενώνα, διαμορφώνεται μια σειρά κατοικιών που “βγαίνουν από το έδαφος” δημιουργώντας μια αίσθηση που θυμίζει τις στοές των μεταλλείων αλλά και το φράγμα του κεντρικού κτιρίου, ενώ ταυτόχρονα δεν μεταλλάσσεται βίαια η εικόνα του φυσικού τοπίου. Η εισχώρηση εντός του εδάφους συνοδεύεται με το σχεδιασμό ενός αίθριου σε δύο από τα μοντέλα κατοικιών. Το αίθριο αυτό καλύπτει τις ανάγκες σε φωτισμό και αερισμό των ξενώνων και παράλληλα θυμίζει τη μορφή ενός πηγαδιού εντός του λόφου. Στην περίπτωση του τρίτου μοντέλου, αξιοποιείται μια τρίτη λωρίδα 3

μέτρων που δημιουργεί μια εξωτερική “αυλή” για την είσοδο στην κατοικία, δημιουργώντας έτσι μια εναλλαγή στο μοτίβο κάθε μονάδας.

Πλατεία

Από την τοποθέτηση των ξενώνων δημιουργείται ένας χώρος με έντονη υψομετρική διαφορά μεταξύ αυτών, του κτιρίου και του δρόμου. Ο χώρος αυτός αποτελεί τον βασικό εξωτερικό χώρο ολόκληρης της σύνθεσης και η σχεδίαση του επιδιώκει να ικανοποιήσει τόσο τις λειτουργικές ανάγκες κίνησης μεταξύ των διαφορετικών υψομετρικών σταθμών του δρόμου, του ξενώνα και των ορόφων του κτιρίου όσο και τη συνθετική επίλυση του κεντρικού εξωτερικού χώρου εισόδου στο data center.

Ο χώρος που διαχειριζόμαστε είναι σε επίπεδο κάτοψης γραμμικός και ορθοκανονικός. Ο σχεδιασμός μας, συνομιλεί με αυτά τα στοιχεία επιδιώκοντας τη διατήρηση αλλά και την αναδιατύπωση αυτής της γεωμετρίας.

Χρησιμοποιούμε έναν ορθοκανονικό κάναβο πάνω στις χαράξεις του κτιρίου, του δρόμου και των ξενώνων, τον οποίο διασπούμε σε εσωτερικά μέρη. Από το κεντρικό κτίριο αφήνουμε απόσταση 8 μέτρων δημιουργώντας μια “τάφρο”. Η βασική ανάγκη για αυτή προκύπτει από την επιδίωξη του φωτισμού όλων των ορόφων του κτιρίου. Έτσι επιτυγχάνεται η διατήρηση σε κάποιο βαθμό των φυσικών κλίσεων και η αίσθηση του φράγματος μέσα στο βουνό, για το κεντρικό κτίριο, αποφεύγεται η δημιουργία μεγάλων επίπεδων εδαφών και απότομων υψομετρικών αποστάσεων μπροστά από αυτό, χωρίς ταυτόχρονα να δημιουργούνται εντός του κτιρίου μεγάλοι χώροι χωρίς φυσικό φωτισμό και αερισμό. Η αίσθηση της τάφρου ενισχύεται από την επιλογή της τοποθέτησης νερού στην απόσταση μεταξύ του κτιρίου και της πλατείας το οποίο συνδέεται με τη λίμνη δημιουργώντας ένα γραμμικό υγρό στοιχείο το οποίο εκτός από την αισθητική του συμβολή, συνεισφέρει στη μετακίνηση του νερού για την αποφυγή της υπερχειλίσης.

Επιλέγουμε η υψομετρική διαφορά των 8 μέτρων μεταξύ του δρόμου και των ξενώνων να καλυφθεί σε όλο το μήκος της πλατείας, δημιουργώντας έναν ενιαίο εξωτερικό χώρο πολλών ανισοϋψών επιπέδων. Η κίνηση γίνεται μέσα από σκάλες και ράμπες που επαναλαμβάνονται καλύπτοντας διαφορές ενός μέτρου. Σχεδιάζεται μια χωρική μονάδα που συμπεριλαμβάνει δύο σκάλες, δύο ράμπες, στοιχεία

φύτευσης και αστικό εξοπλισμό η οποία διατηρεί οριζόντιες λωρίδες των τεσσάρων μέτρων αλλά διασπά ελαφρώς τον αυστηρό κάθετο άξονα. Μεταξύ των δύο λωρίδων ανόδου μεσολαβεί μια επίπεδη λωρίδα οριζόντιας κίνησης. Το μοντέλο αυτό επαναλαμβάνεται με δεδομένη μετατόπιση δημιουργώντας το σύνθετο πλέγμα που αποτελεί τον συνολικό εξωτερικό χώρο με μια επαναληπτική λογική που συναντάται σε όλη την έκταση της πρότασης. Ουσιαστικά επιδιώκουμε, η πλατεία να αποτελεί συνέχιση και αναδιαμόρφωση της φυσικής κλίσης του εδάφους, χωρίς μια απότομη υψομετρική μετάβαση από το επίπεδο του δρόμου στο - ανώτερο κατά έξι μέτρα - επίπεδο των ξενώνων, στοχεύοντας στην ισορροπία μεταξύ του κεντρικού κτιρίου, των ξενώνων και του φυσικού εδάφους.

Μια ιδιαίτερη συνθετική επιλογή είναι η χρήση των “αρμών” 25 πόντων οι οποίοι τονίζουν, αλλά δεν αναπαράγουν απόλυτα τον κάναβο. Οι αρμοί αυτοί που είναι άλλοτε τοιχία, άλλοτε γραμμές στο έδαφος, δημιουργούν επιμέρους κατατμήσεις του εδάφους διαμορφώνοντας έτσι τις συγκεκριμένες τοποθετήσεις των φυτεύσεων (υψηλής και χαμηλής βλάστησης), των πλακοστρώσεων, του αστικού εξοπλισμού, ενώ συχνά είναι αισθητικά στοιχεία υπογράμμισης των χαράξεων.

Βιβλιογραφία

- TIA. (2010). *TIA-942 Data Center Standards*
- EPA (2007). *Report to Congress on Server and Data Center Energy Efficiency, 2007*
- The Green Grid. (2012) *PUE™: A COMPREHENSIVE EXAMINATION OF THE METRIC*, ed. Victor A., Dan A. and Alan F.
- Ταργουτζίδης Α., Βαγιόκας Ν., Δρακόπουλος Β., Δρεπανιώτης Σ., Κωνσταντινίδης Κ. Θ., Πινότση Δ., Χατζηιωάννου Χ. (2007) “*ΟΡΥΧΕΙΑ - ΜΕΤΑΛΛΕΙΑ*”, Αθήνα: ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε.
- <http://spectrum.ieee.org/energywise/energy/the-smarter-grid/compressed-air-energy-storage-makes-a-comeback>
- <http://www.wired.com/wiredscience/2010/03/compressed-air-plants/>
- <http://www.energyregister.gr>
- <http://www.metka.com/el/projects/projects-of-metka-group/22>

