

Ενεργειακή αξιολόγηση
ενσωμάτωσης ψύκτη απορρόφησης
σε ψυκτική εγκατάσταση supermarket
με διακρίσιμο CO₂



Τσιμπούκης Δημήτριος, Μηχανολόγος Μηχανικός ΕΜΠ
Τμήμα Ψύξης και Κλιματισμού, Διεύθυνση Ανάπτυξης, METRO ΑΕΒΕ

Εισαγωγή

Κανονισμός F-Gas 517/2014

2022: Απαγόρευση χρήσης HFC (GWP>150) σε εμπορικά συστήματα ψύξης με ισχύ άνω των 40 kW

Βιωσιμότητα
Απόδοση

→ Λύσεις φιλικές προς το περιβάλλον

→ Ενεργειακή κατανάλωση↓ → Κόστος↓

CO₂ : Πρόκληση για θερμά κλίματα όπως αυτό της Ελλάδας

Υπερκρίσιμη λειτουργία → Αυξημένη ενεργειακή κατανάλωση



Case study

- My market Ναύπλιο
- Χώρος πώλησης: 1,257 m²
- Εγκατεστημένη ψυκτική ισχύς:
 - Συντήρηση 40 kW (μεσαία θερμοκρασία)
 - Κατάψυξη 21 kW (χαμηλή θερμοκρασία)
- Ψυκτική μονάδα:
 - Διακρίσιμο σύστημα CO₂
 - Παράλληλη συμπίεση
 - Liquid ejectors

3 x Συμπιεστές συντήρησης (1 με Inverter)

3 x Συμπιεστές κατάψυξης (1 με Inverter)

1 x Παράλληλος συμπιεστής (με Inverter)



Σύστημα ψύξης

Χαμηλή
πίεση

Μέση πίεση

Ενδιάμεση
πίεση

Υψηλή πίεση

Ατμοποιητές
κατάψυξης

Ατμοποιητές
συντήρησης
Δοχείο - συσσωρευτής
Ενδιάμεσος ψύκτης

Δοχείο
υγρού

Ψύκτης
αερίου
(Gas cooler)

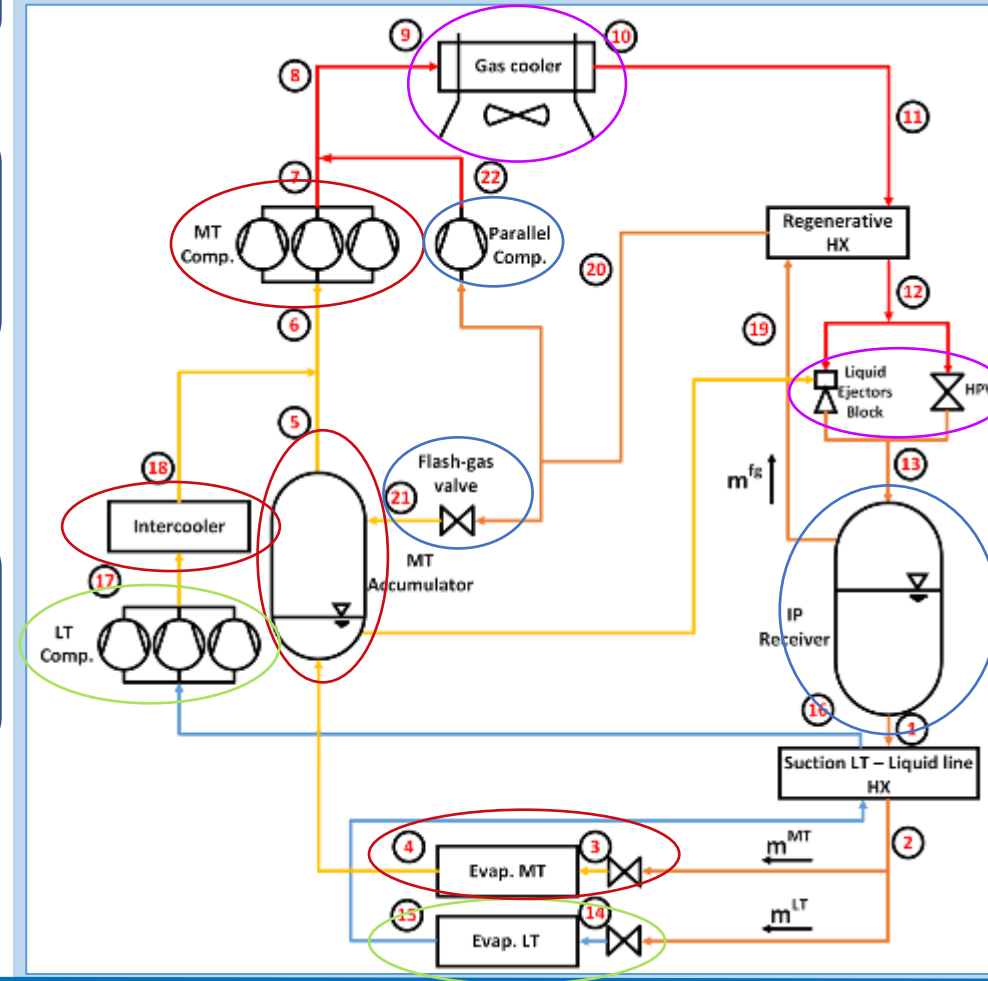
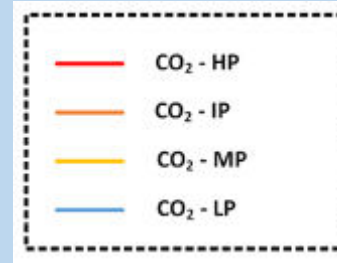


Συμπιεστές
κατάψυξης

Συμπιεστές
συντήρησης

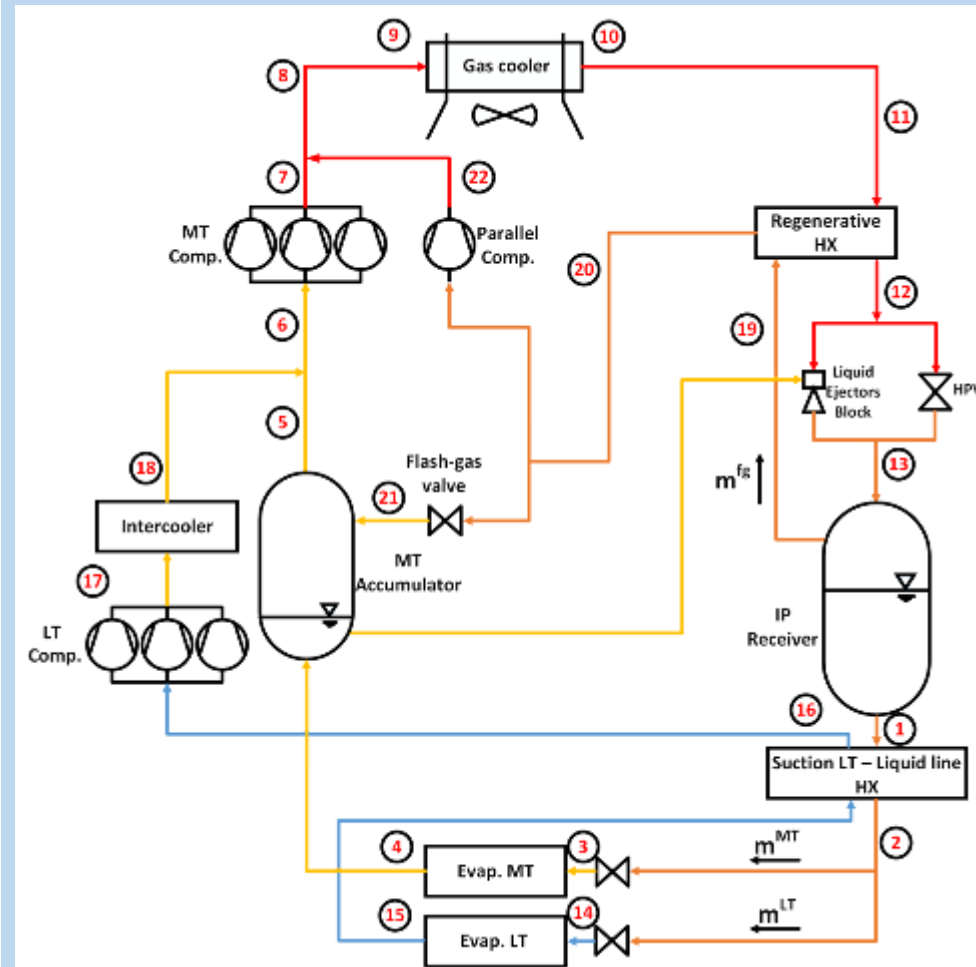
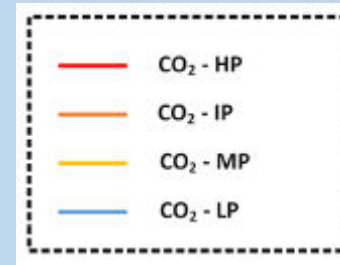
Παράλληλος
συμπιεστής
& βαλβίδα
flash gas

Liquid ejectors
& βαλβίδα
υψηλής
πίεσης

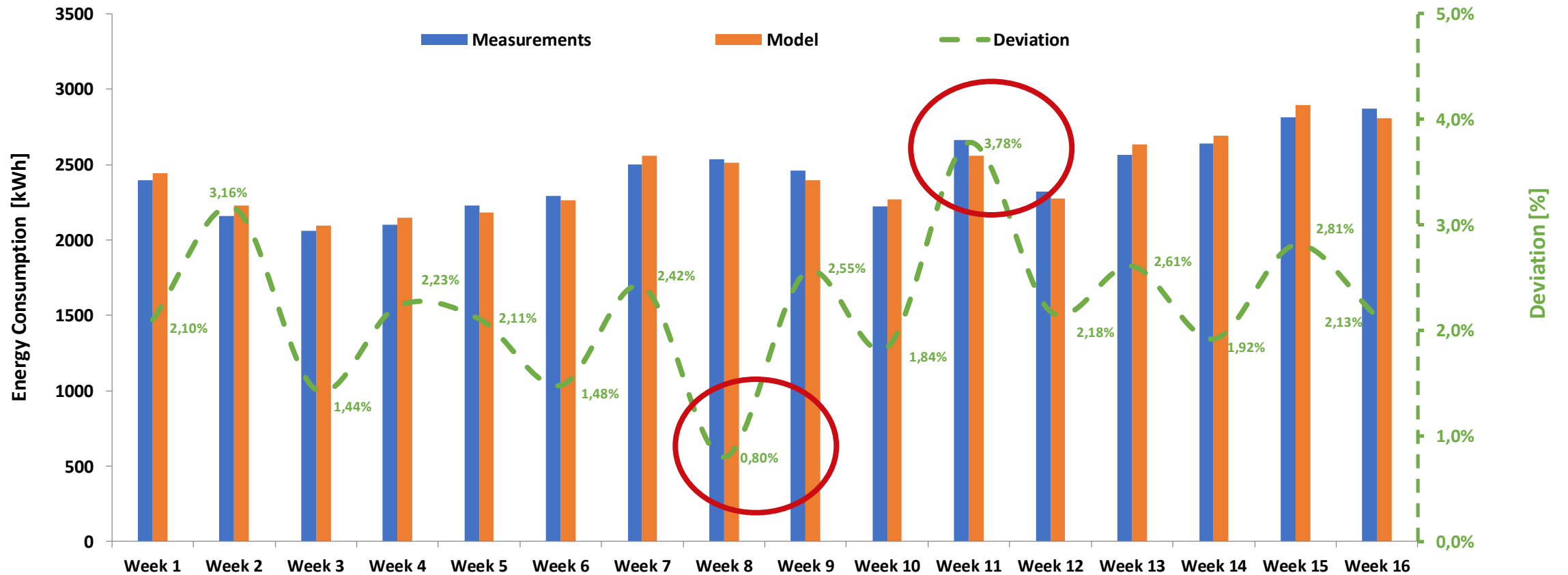


Σύστημα ψύξης – Μοντέλο προσομοίωσης

- Εκκίνηση λειτουργίας - Δεκέμβριος 2020
- Εγκατεστημένοι μετρητές ενέργειας μετρούν την ενεργειακή κατανάλωση
- Αναπτύχθηκε μοντέλο πρόβλεψης σε λογισμικό προσομοίωσης
- Χρησιμοποιήθηκαν οι πραγματικές ρυθμίσεις (setpoints) και σχέσεις που περιγράφουν τον εξοπλισμό του συστήματος



Σύστημα ψύξης – Επαλήθευση μοντέλου



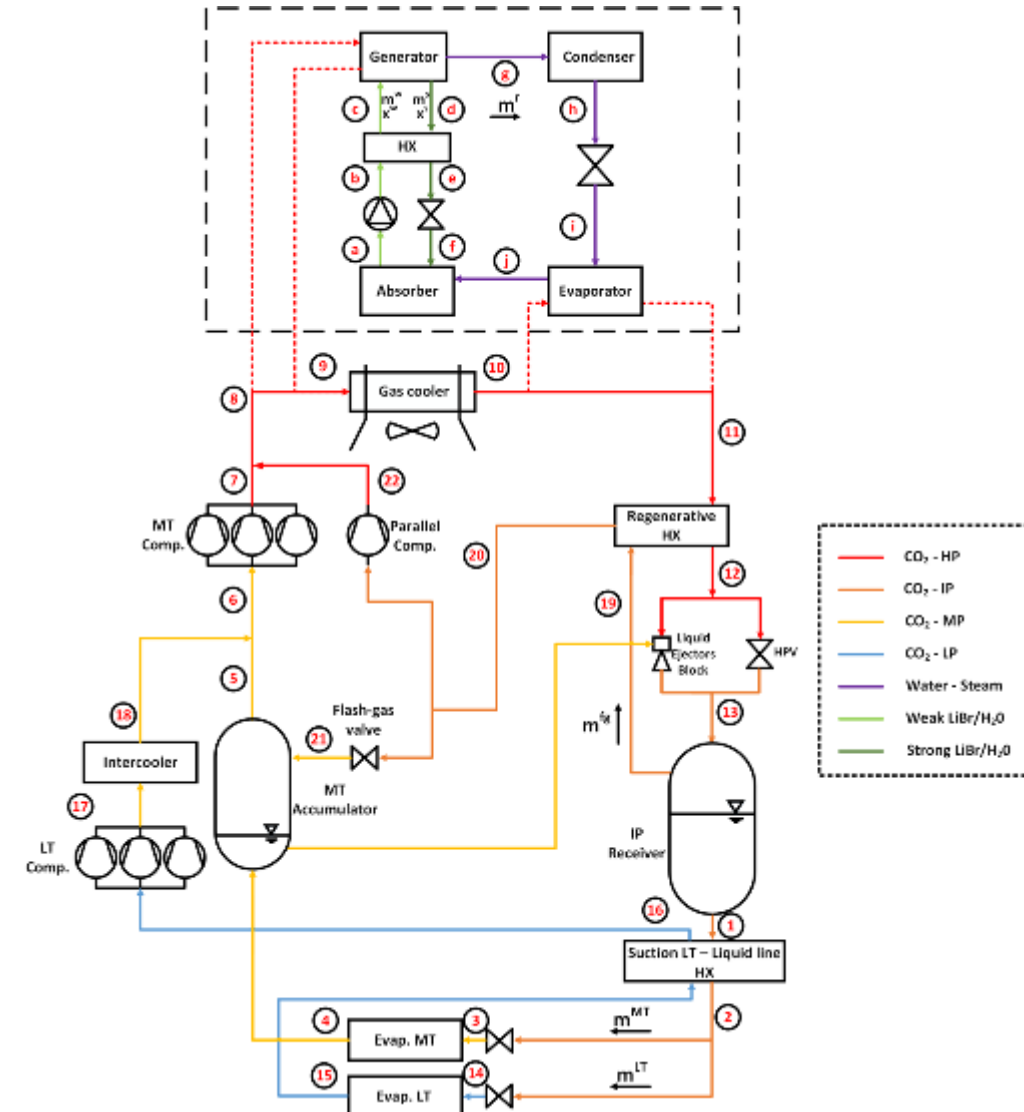
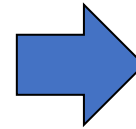
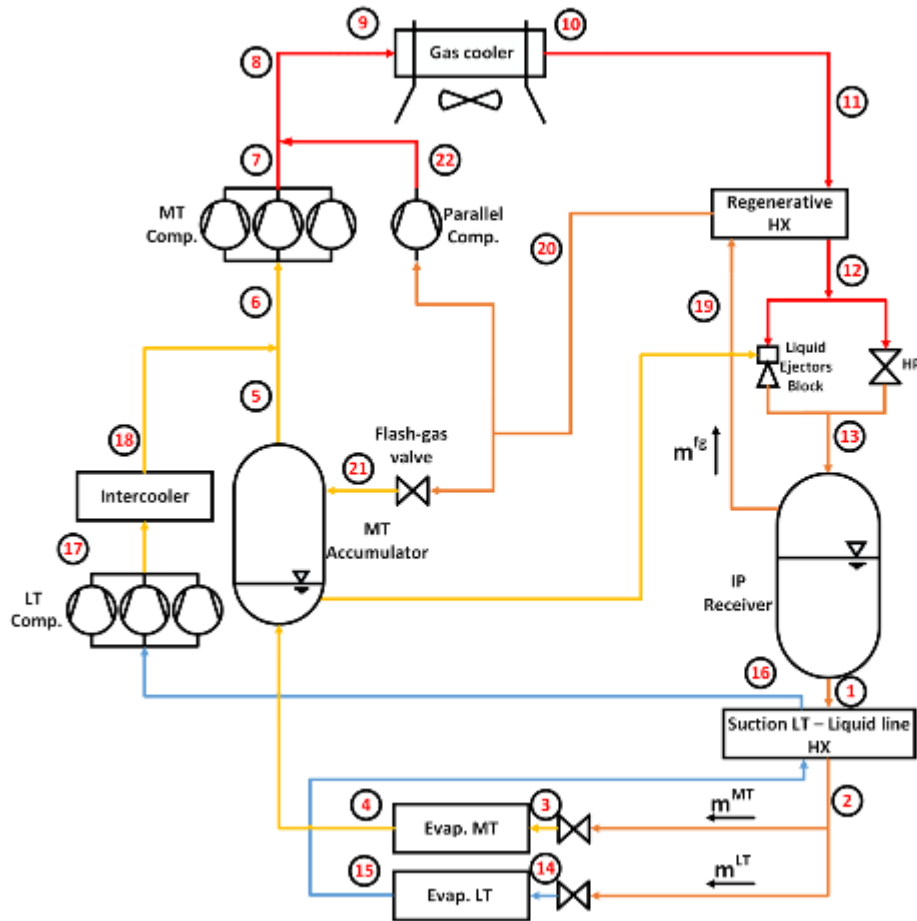
Σύστημα ψύξης – Σχόλια

- Το σύγχρονο σύστημα ψύξης με CO₂ αποτελεί μια ενεργειακά αποδοτική λύση
- Διερευνάται η περαιτέρω μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης
- Το CO₂ υψηλής θερμοκρασίας και πίεσης μετά τους συμπιεστές κανονικά ψύχεται στον ψύκτη αερίου της εγκατάστασης
- Διερεύνηση εκμετάλλευσης του υπέρθερμου αερίου CO₂ για βελτίωση της απόδοσης

A graphic illustration on a light gray background. It features a green electrical plug at the top, connected by a thin green line to a green leaf with a white vein. Below the leaf, the words "energy saving" are written in a bold, dark green, sans-serif font.

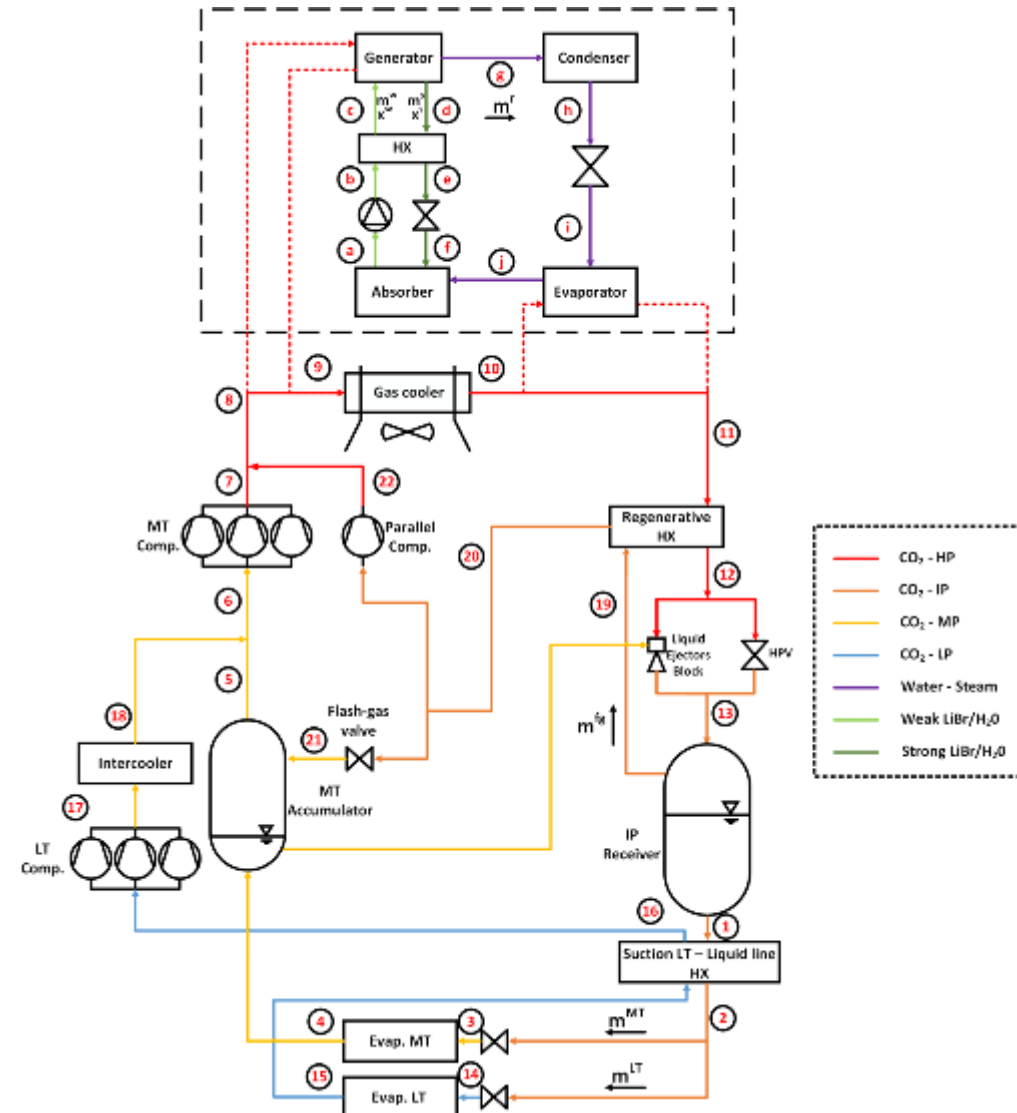
energy
saving

Σύστημα ψύξης – Προτεινόμενη τροποποίηση



Σύστημα ψύξης – Προτεινόμενη τροποποίηση

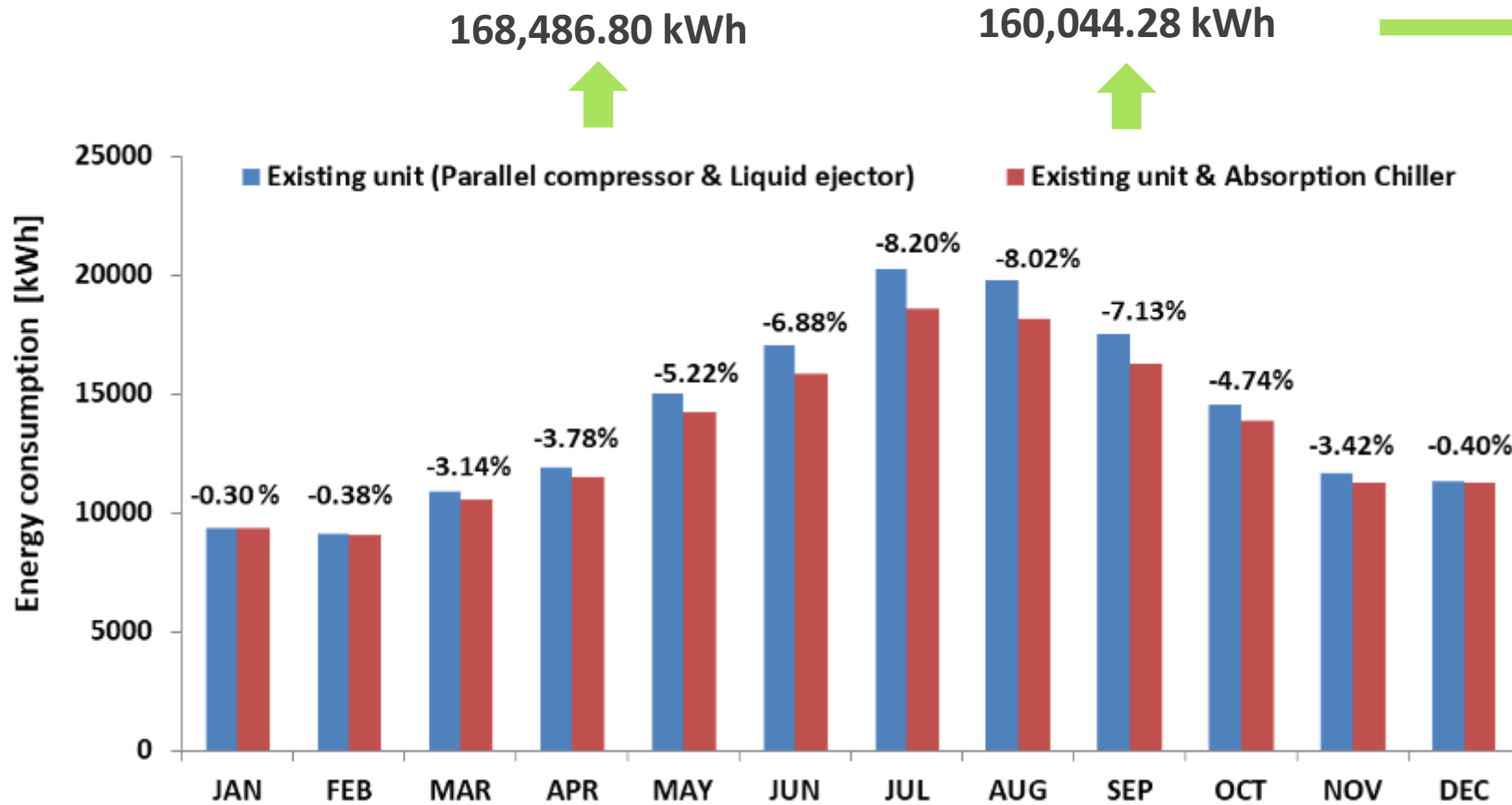
- Ο ψύκτης απορρόφησης αποτελεί μια τεχνολογία που αξιοποιεί μια πηγή θερμότητας για να παράγει ψύξη
- Μελετάται η βελτίωση της απόδοσης του υπάρχοντος συστήματος μέσω ενσωμάτωσης ψύκτη απορρόφησης
- Εκμετάλλευση υπέρθερμου αερίου ως πηγή θερμότητας με σκοπό την παραγωγή ψύξης στον ψύκτη απορρόφησης
- Επίτευξη μείωσης της ενεργειακής κατανάλωσης μέσω της τεχνικής της υπόψυξης



Ψύκτης απορρόφησης – Επαλήθευση μοντέλου

				Βιβλιογραφία			Προσομοίωση			Απόκλιση		
$T_{e,ACH}$ [°C]	$T_{g,ACH}$ [°C]	$T_{c,ACH}$ [°C]	$T_{a,ACH}$ [°C]	COP	x_s	x_w	COP	x_s	x_w	COP	x_s	x_w
4	70	31	31	0.79	0.59	0.54	0.80	0.53	0.58	0.3%	1.1%	1.2%
4	69	31	35	0.70	0.57	0.56	0.68	0.55	0.57	2.6%	1.6%	0.5%
5	66	28	35	0.77	0.58	0.55	0.77	0.55	0.58	0.5%	0.4%	0.9%
6	72	33	37	0.73	0.58	0.56	0.74	0.55	0.58	1.4%	1.3%	0.7%
8	63	25	37	0.82	0.58	0.54	0.83	0.54	0.58	1.5%	0.6%	0.3%
8	85	46	39	0.59	0.57	0.56	0.60	0.55	0.57	2.6%	0.9%	0.9%
9	66	28	34	0.84	0.58	0.52	0.85	0.52	0.58	1.1%	0.0%	0.9%

Αποτελέσματα



REDUCE ENERGY USE

5.01%

Συμπεράσματα



- Η προσθήκη του ψύκτη απορρόφησης οδηγεί σε μειωμένες ενεργειακές καταναλώσεις για κάθε μήνα
- Μεγαλύτερο όφελος σημειώνεται κατά τους θερμούς μήνες λόγω μεγαλύτερων θερμοκρασιών και πιο σημαντικής συνεισφοράς του ψύκτη απορρόφησης
- Η ελάχιστη εξοικονόμηση παρατηρείται τον Ιανουάριο (**0.30%**) και η μεγαλύτερη τον Ιούλιο (**8.20%**)
- **5.01%** λιγότερη ενεργειακή κατανάλωση, που αντιστοιχεί σε **8,442.52 kWh/χρόνο**

Σας ευχαριστώ

