

Ενεργειακή Αναβάθμιση κτιρίων – Καλές Πρακτικές

Αθήνα, 29 Απριλίου 2018

Θερμικά Ηλιακά Συστήματα: Τεχνολογικές Παράμετροι και Καλές Πρακτικές

Δρ. Βασιλική Δρόσου

Προϊσταμ. τμ. Θερμικών Ηλιακών Συστημάτων, Κ.Α.Π.Ε.

ΚΑΠΕ - Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας

Το ΚΑΠΕ είναι ο εθνικός φορέας για τις ΑΠΕ, την ΟΧΕ και την ΕΞΕ.

Ιδρύθηκε το Σεπτέμβριο του 1987, είναι Νομικό Πρόσωπο Ιδιωτικού Δικαίου, έχει οικονομική και διοικητική αυτοτέλεια και εποπτεύεται από το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας.

Κύριες Δράσεις

- Ερευνητικό και Τεχνολογικό Κέντρο για τις ΑΠΕ/ΟΧΕ/ΕΞΕ, με ανάπτυξη εφαρμοσμένης έρευνας για τις νέες ενεργειακές τεχνολογίες.
- Εθνικό Κέντρο Ενέργειας, για θέματα ενεργειακού σχεδιασμού / πολιτικής και υλοποίησης επενδυτικών προγραμμάτων ΑΠΕ και ΕΞΕ.



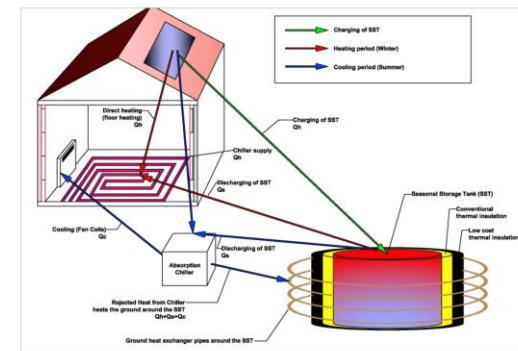
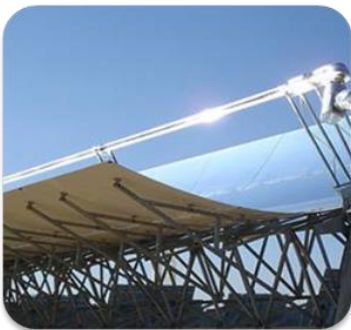
ΚΑΠΕ – Τμήμα ΘΗΣ

Υλοποιεί ευρωπαϊκά, εθνικά χρηματοδοτούμενα προγράμματα και ιδιωτικά συμφωνητικά

Συνεργάζεται με εθνικούς, ευρωπαϊκούς και διεθνείς φορείς

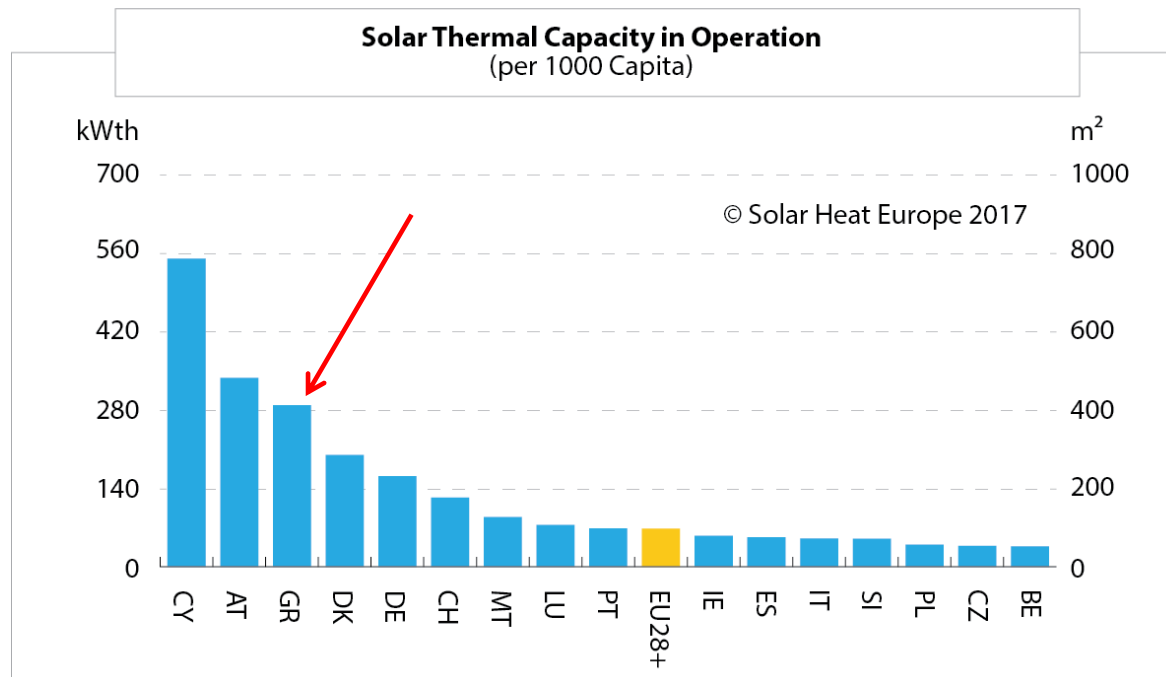
Εφαρμοσμένη έρευνα σε επίπεδο

- Συλλέκτη; μοντελοποίηση, θερμοδυναμική ανάλυση, προσομοίωση
- Συστήματος: σχεδιασμός, μοντελοποίηση, παρακολούθηση/παράδοση
- Εφαρμογών : πιλοτικές και εμπορικές εφαρμογές



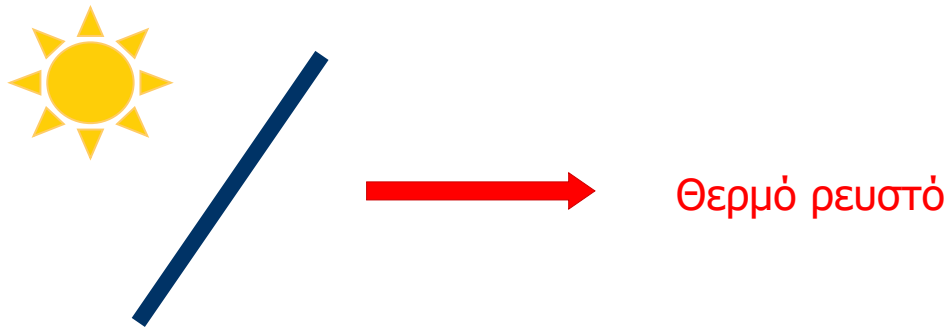
Θερμικά Ηλιακά στην Ελλάδα

- 4.596.000m² εγκατεστημένης συλλεκτικής επιφάνειας → 3 GW_{th}
- 94% θερμοσιφωνικά συστήματα
- Ισχυρή βιομηχανία, > 50% της εγχώριας παραγωγής εξάγεται
- Ελληνική Ένωση Βιομηχανιών Ηλιακής Ενέργειας - ίδρυση 1987 (ΕΒΗΕ) www.ebhe.gr
- Πιστοποιημένα συστήματα και συλλέκτες (Solar Keymark)



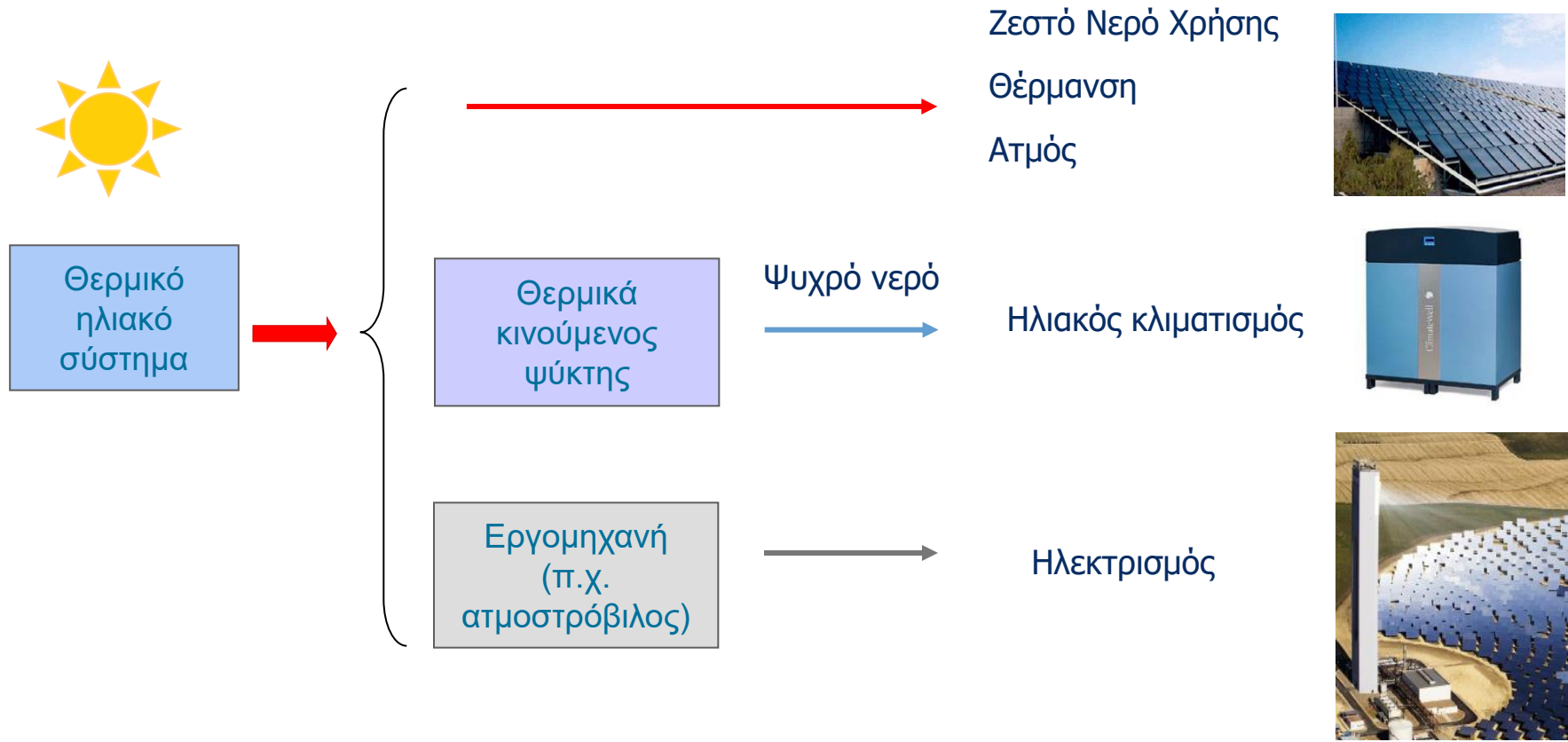
Θερμικά Ηλιακά Συστήματα:

Τα συστήματα που μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε **θερμότητα**, συνήθως υπό τη μορφή θερμού νερού ή ατμού.

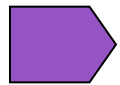


Χρήση ΑΠΕ

Θερμικά ηλιακά συστήματα

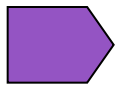


Θερμικά ηλιακά συστήματα



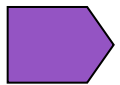
Οικιακή χρήση

- Ζεστό Νερό Χρήσης
- Θέρμανση χώρου
- Κλιματισμός χώρου



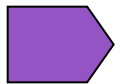
Βιομηχανική χρήση

- Διαδικασίες θέρμανσης, προθέρμανσης ρευστών, παραγωγή ατμού
- Διαδικασίες ψύξης (θερμικός ψύκτης)



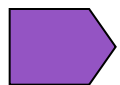
Αφαλάτωση

- Θερμική μέθοδος



Ηλεκτροπαραγωγή

- Ηλεκτρισμός



Συμπαράγωγή

- Ηλεκτρισμός
- Θερμότητα

Θερμικοί ηλιακοί συλλέκτες - επίπεδοι



Χωρίς κάλυμμα

- Πλαστικοί σωλήνες χωρίς μόνωση
- Υψηλές απώλειες θερμότητας
- Θερμοκρασία λειτουργίας 20-30 °C



Επίπεδος

- Απορροφητής, σωλήνες, μόνωση
- Μέσες απώλειες θερμότητας
- Θερμοκρασία λειτουργίας έως 100 °C



Κενού

- Κύλινδροι από γυαλί με εσωτερικό απορροφητή/ heat pipes
- Όχι απώλειες θερμότητας λόγω συναγωγής
- Θερμοκρασία λειτουργίας έως 150 °C

Χαρακτηριστικά

- Θερμοκρασία < 150 °C
- ΖΝΧ, θέρμανση χώρου, ψύξη, βιομηχανία χαμηλών θερμοκρασιών
- Υψηλός εγχώριος & διεθνής ανταγωνισμός
- Τεράστιο δυναμικό ανεκμετάλλευτο (ξενοδοχεία, δημόσια κτίρια, βιομηχανίες)

Αύξηση Θερμοκρασίας

Θερμικά ηλιακά συστήματα – με συγκέντρωση ακτινοβολίας



Δίσκου – Μηχανής

- Σημειακή συγκέντρωση
- Ανακλαστικό πιάτο με εργομηχανή Stirling
- Διεσπαρμένη παραγωγή
- Όχι οικονομία κλίμακας
- Περιορισμένο πεδίο εφαρμογών
- Μόνο για ηλεκτροπαραγωγή



Ηλιακός Πύργος

- Σημειακή συγκέντρωση
- Ηλιοστάτες με στόχευση στον πύργο
- Θερμοκρασία $> 500^{\circ}\text{C}$
- Δυνατότητα αποθήκευσης
- Ηλεκτροπαραγωγή



Κοιλο- παραβολικός

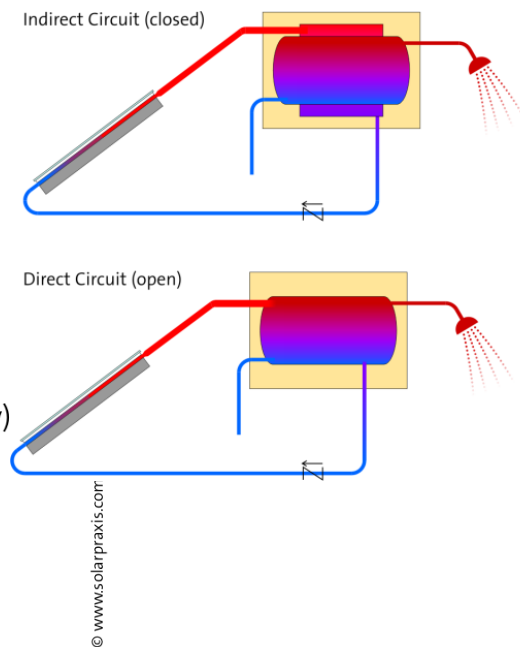
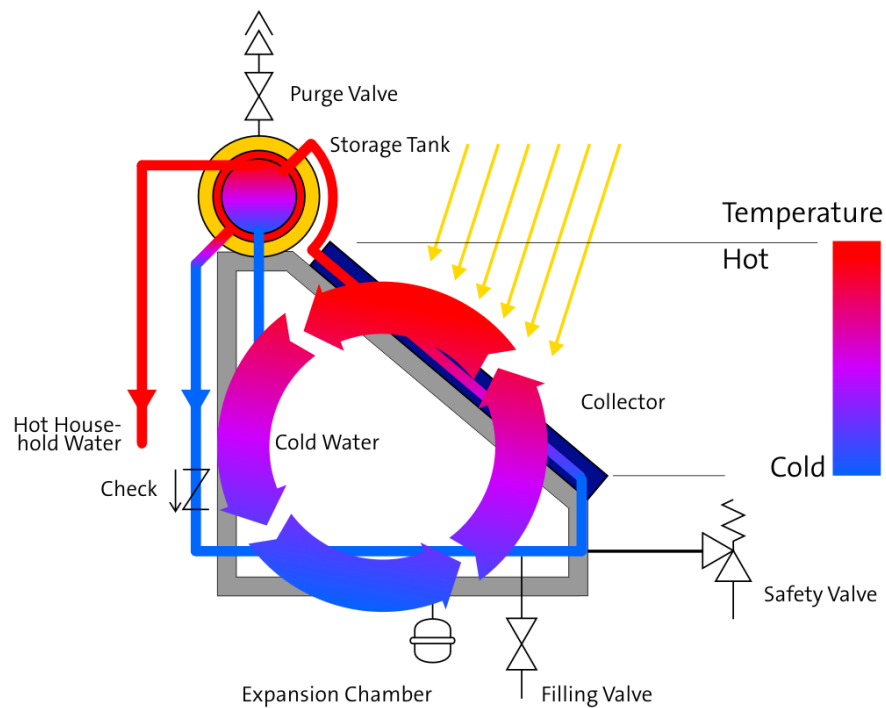
- Γραμμική συγκέντρωση
- Καμπύλα κάτοπτρα με σωλήνα κενού
- Θερμοκρασία $150 - 450^{\circ}\text{C}$.
- Στιβαρή αντιανεμική κατασκευή
- Βιομηχανικές εφαρμογές και ηλεκτροπαραγωγή, αφαλάτωση



Συλλέκτης Fresnel

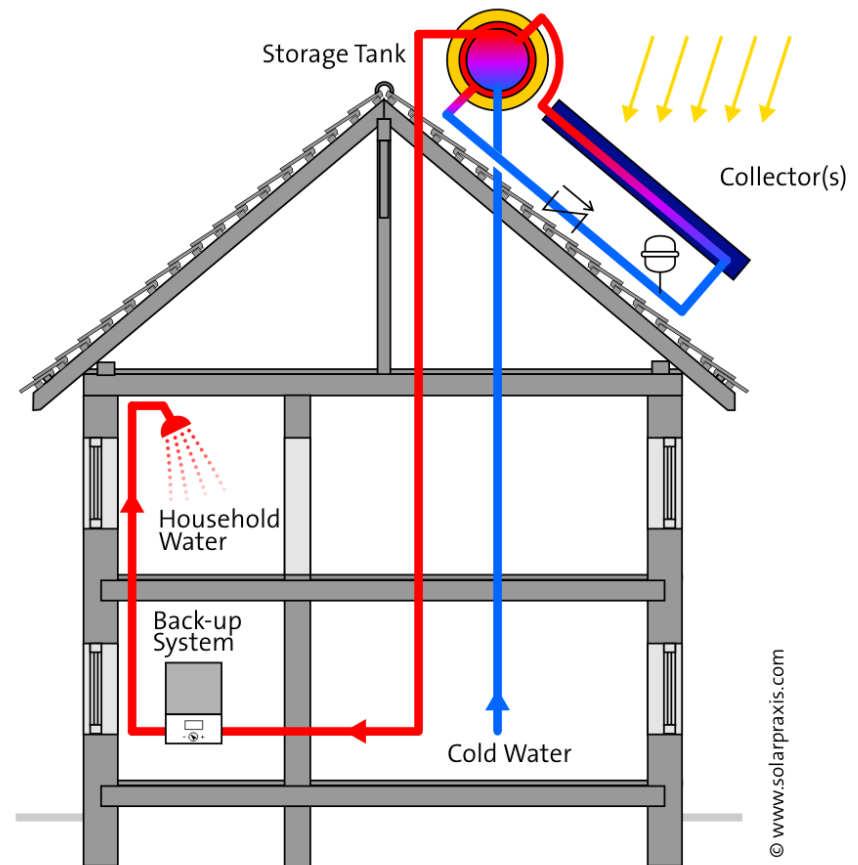
- Γραμμική συγκέντρωση
- Επίπεδα κάτοπτρα με σωλήνα κενού
- Θερμοκρασία $150 - 450^{\circ}\text{C}$.
- Χαμηλό κόστος επένδυσης
- Απλότητα κατασκευής
- Καλύτερη χρήση γης

Ηλιακή εγκατάσταση θερμοσιφωνικού τύπου



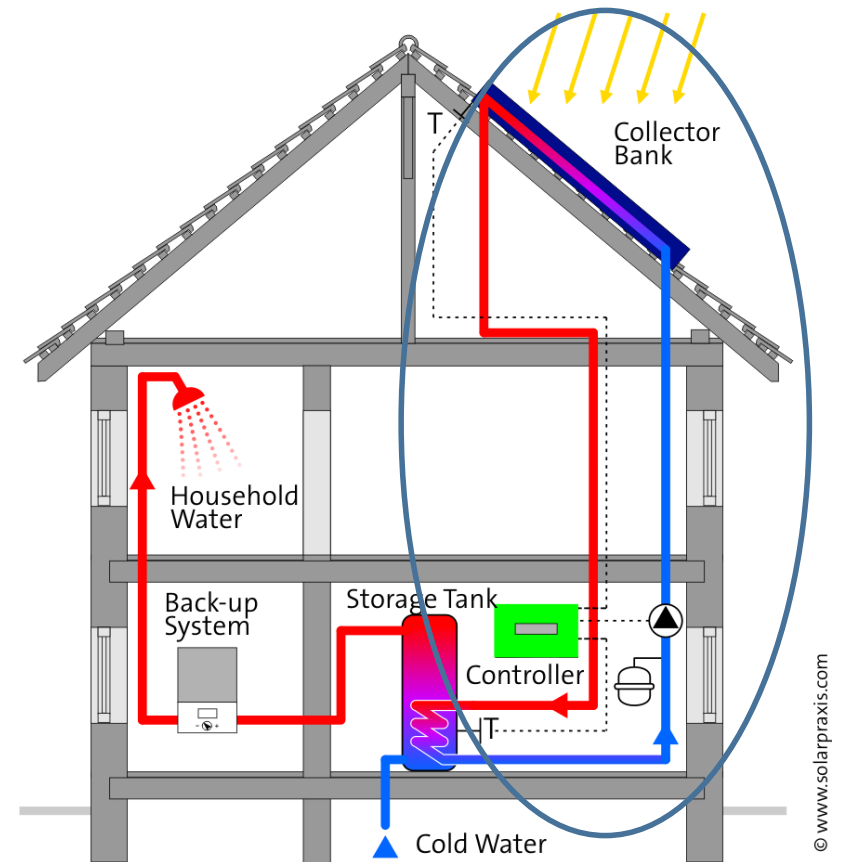
Τυπική εγκατάσταση θερμοσιφωνικού ηλιακού συστήματος

- Μπορεί να είναι άμεσης ή έμμεσης κυκλοφορίας.
- Βασίζεται στο θερμοσιφωνικό φαινόμενο
- ✓ Ευκολία εγκατάστασης
- ✓ Μικρή συντήρηση
- ✓ Μεγάλη διάρκεια ζωής
- ✓ Χαμηλό κόστος
- ✗ Πιθανή αισθητική επιβάρυνση
- ✗ Μεγαλύτερες καταπονήσεις λόγω έλλειψης ελέγχου (π.χ. στασιμότητα)

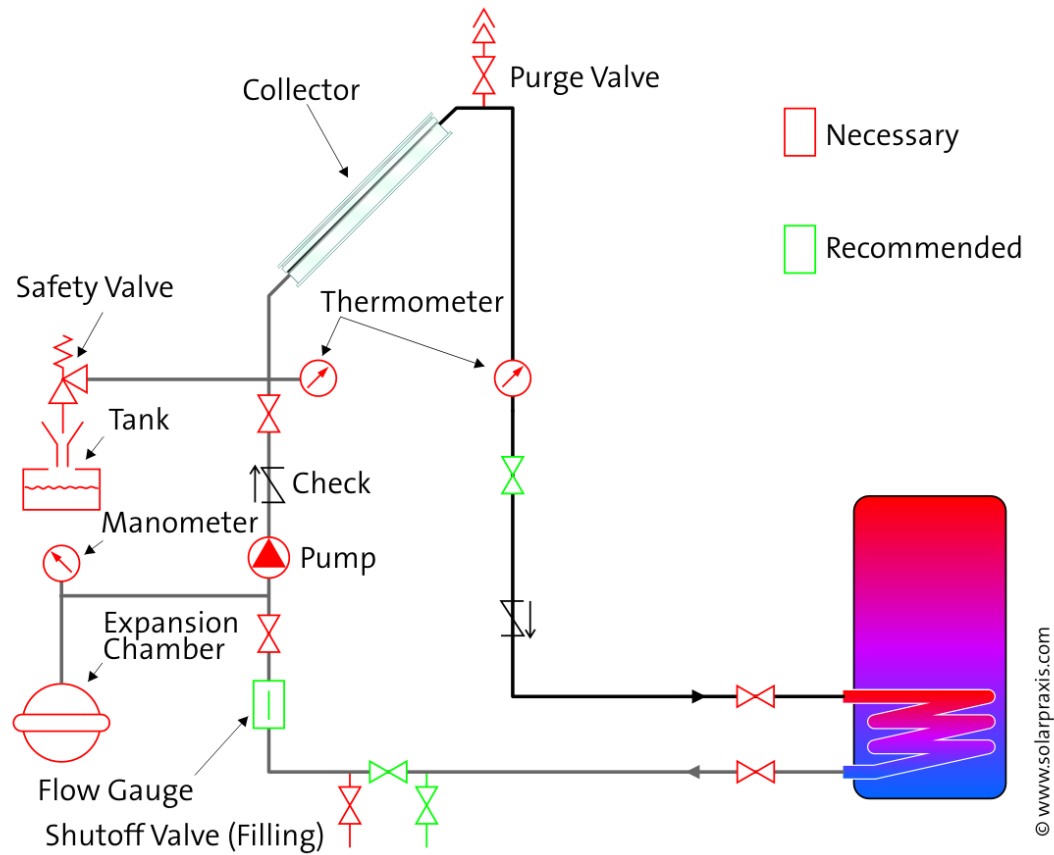


Τυπική εγκατάσταση ηλιακού συστήματος βεβιασμένης κυκλοφορίας

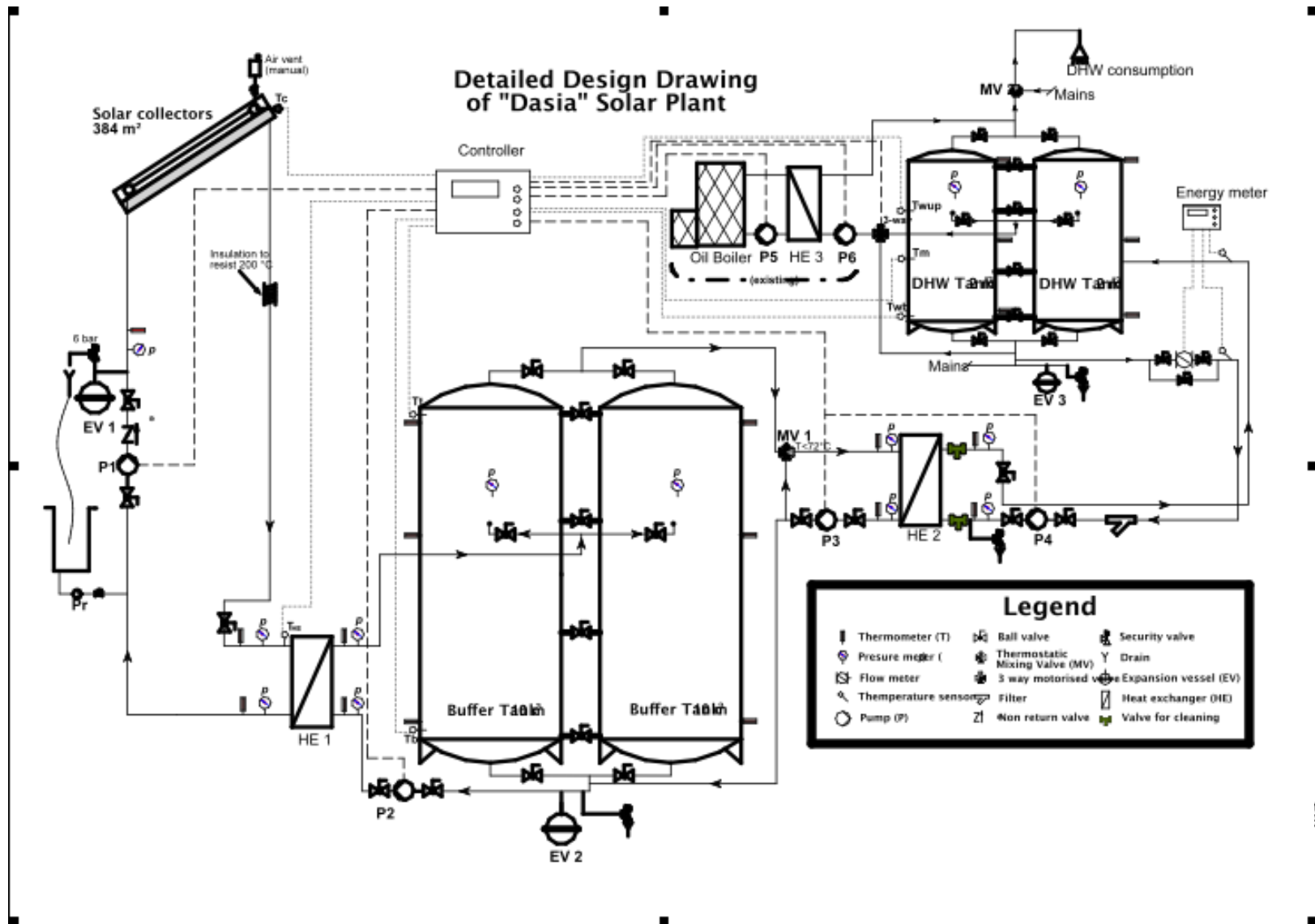
- Πρωτεύον (ηλιακό) και δευτερεύον κύκλωμα
 - Χρησιμοποιούν ηλεκτρικές αντλίες, βαλβίδες και συστήματα ελέγχου
 - Σύνδεση βοηθητικής πηγής (διπλής – τριπλής ενέργειας)
 - Χρήση μίγματος ως θερμομεταφέρον ρευστό
-
- ✓ Αισθητική ευελιξία
 - ✓ Χαμηλότερες θερμικές απώλειες
 - ✓ Καλύτερη διαχείριση (φορτίο και ακραίες συνθήκες)



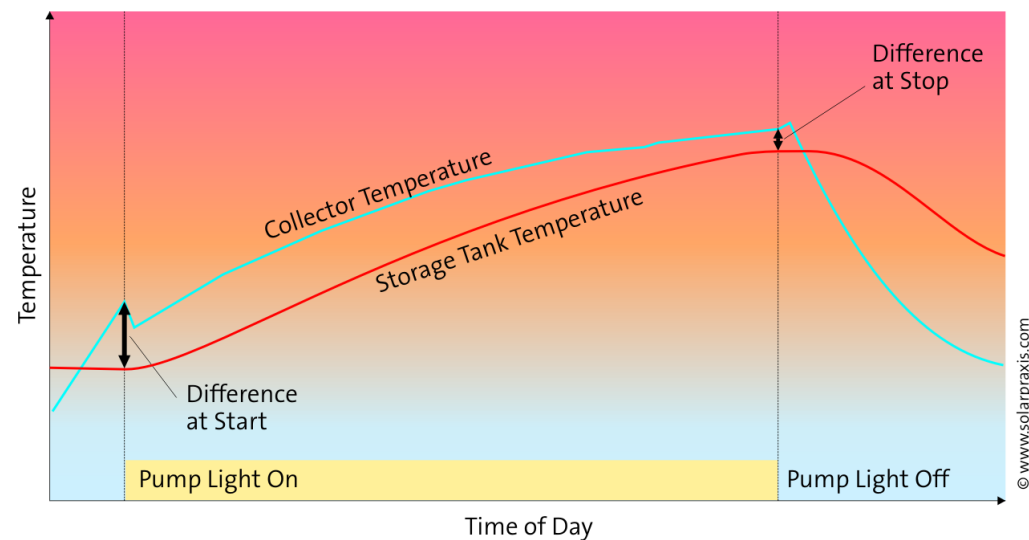
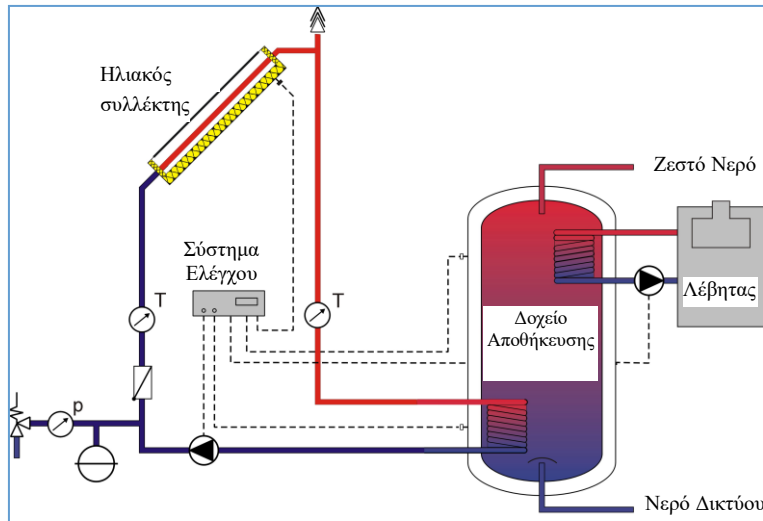
Βασικά εξαρτήματα συστήματος βεβαιασμένης κυκλοφορίας -



Ηλιακή εγκατάσταση βεβαιωμένης κυκλοφορίας για ξενοδοχειακή μονάδα

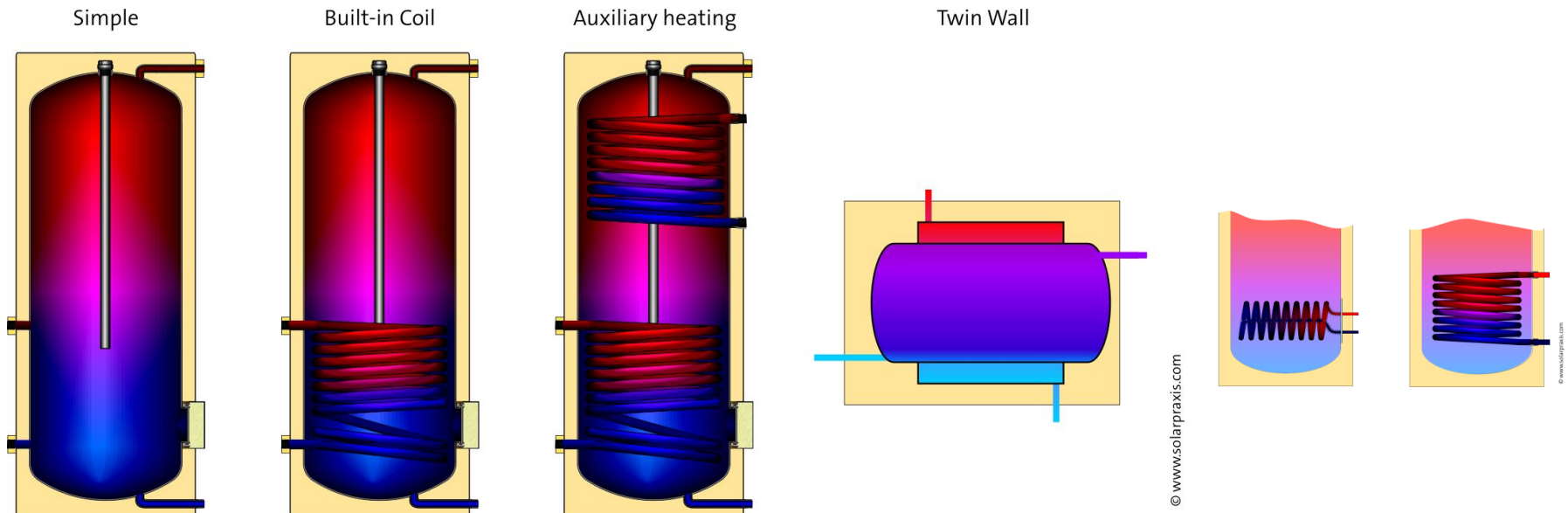


Αρχή λειτουργίας αυτοματισμού



Ο κυκλοφορητής ξεκινά
όταν η διαφορά θερμοκρασίας (κάτω τμήμα δεξαμενής και συλλέκτη) είναι υψηλότερη από την
καθορισμένη τιμή (περίπου 7 ή 8K)
και σταματά
όταν η διαφορά θερμοκρασίας είναι χαμηλότερη από το καθορισμένο όριο (περίπου 2 έως 4 K).

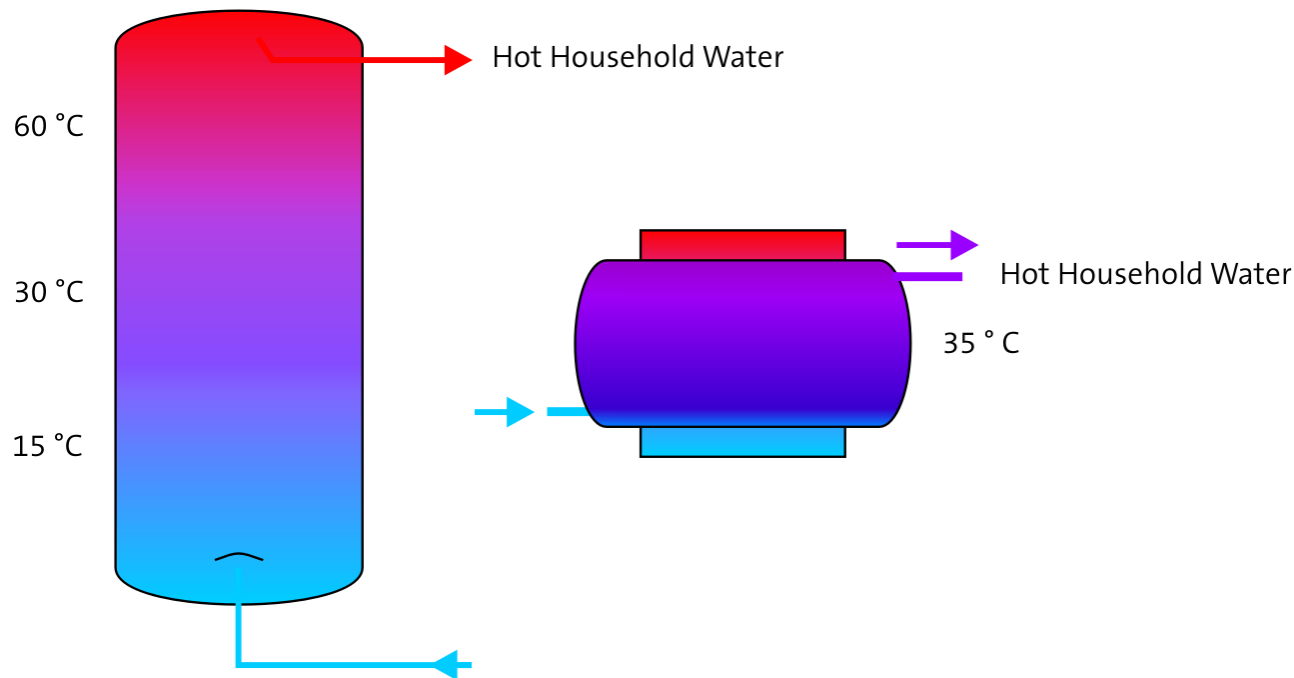
Τύποι δοχείων αποθήκευσης



Οι δεξαμενές ταξινομούνται σύμφωνα με τρία βασικά κριτήρια:

- οριζόντια ή κατακόρυφη θέση
- με ή χωρίς εναλλάκτη θερμότητας. Εάν συμπεριλαμβάνεται εναλλάκτης θερμότητας, είναι ένας τύπος σερπαντίνας
- υλικό που χρησιμοποιείται για την κατασκευή τους

Διαστρωμάτωση (Stratification)



© www.solarpraxis.com

Μια σωστά σχεδιασμένη δεξαμενή θα πρέπει να επιτρέπει την δημιουργία "διαστρωμάτωσης", η οποία είναι η κατακόρυφη κατανομή του νερού ανάλογα με τη θερμοκρασία.

Το θερμότερο νερό από το υψηλότερο τμήμα της δεξαμενής οδηγείται στην κατανάλωση, ενώ η ροή του νερού επιστροφής κατευθύνεται προς το συλλέκτη.

Η κρύα ροή του νερού επιστροφής αυξάνει την αποτελεσματικότητα των συλλεκτών.

Στασιμότητα / stagnation

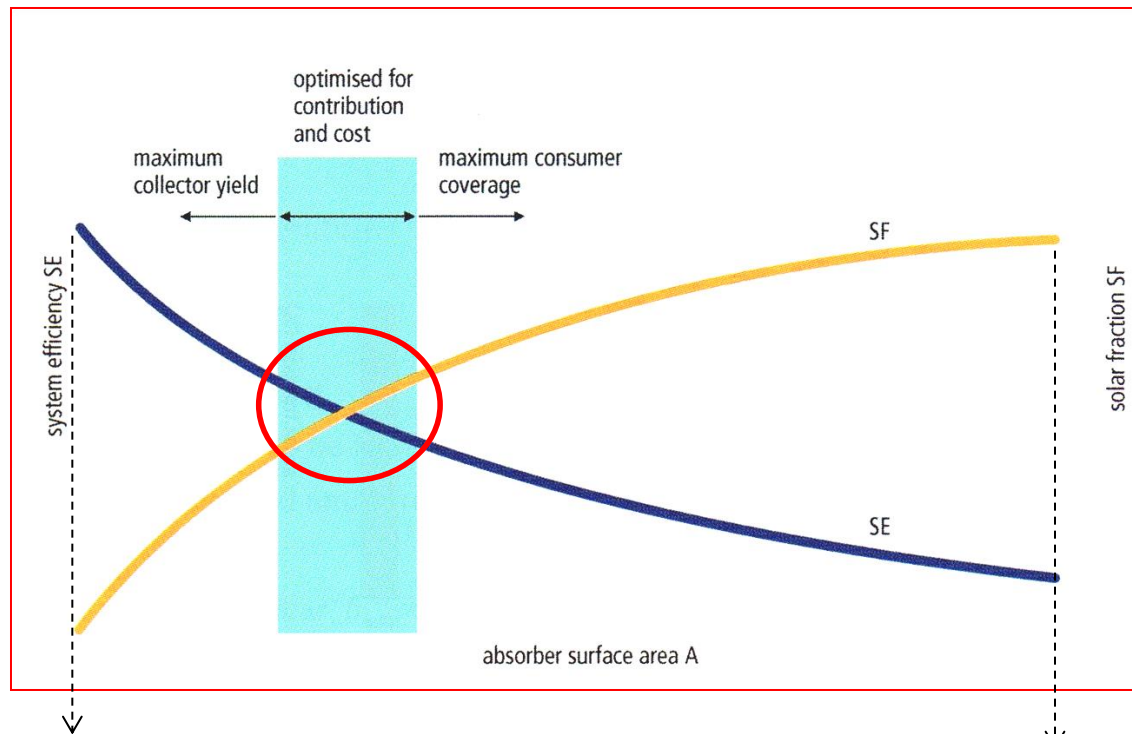
Ένα ηλιακό σύστημα βρίσκεται σε κατάσταση στασιμότητας όταν η αντλία του πρωτεύοντος κυκλώματος **δεν λειτουργεί** ενώ υπάρχει ακόμη προσπίπτουσα **ακτινοβολία** στους συλλέκτες, οι οποίοι υπερθερμαίνονται.

Αυτή η κατάσταση μπορεί να παρουσιαστεί:

- λόγω τεχνικής βλάβης του συστήματος,
- λόγω διακοπής ρεύματος
- λόγω έλλειψης θερμικού φορτίου
 - υπερδιαστασιολόγηση,
 - ηλιακά συστήματα υποβοήθησης θέρμανσης κατά την διάρκεια των θερινών μηνών
 - ανεπιτυχή σχεδιασμό

Διαστασιολόγηση ηλιακού πεδίου

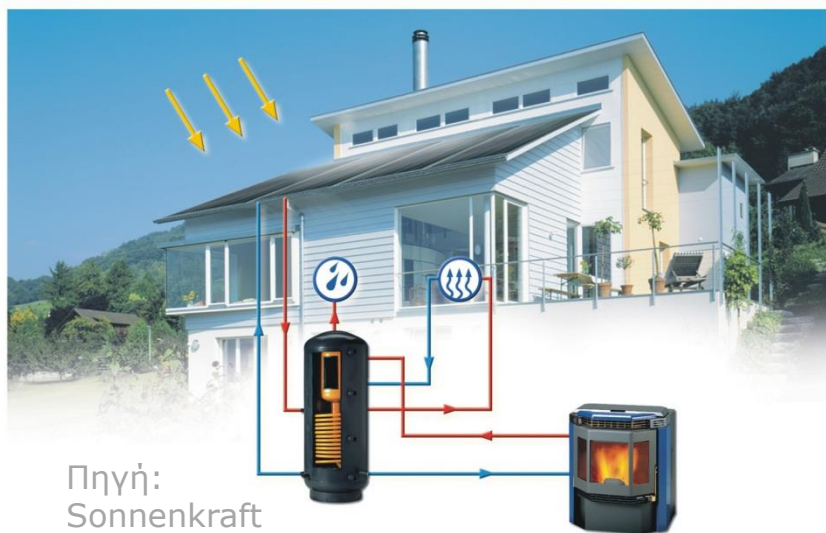
Βέλτιστη ηλιακή κάλυψη



Χαμηλή ηλιακή κάλυψη
(λίγοι συλλέκτες)
Υψηλή απόδοση

Υψηλή ηλιακή κάλυψη
(πολλοί συλλέκτες)
Χαμηλή απόδοση

Ηλιακά συστήματα υποβοήθησης θέρμανσης “combi”



“Solar combisystems” ή απλά “combi”:

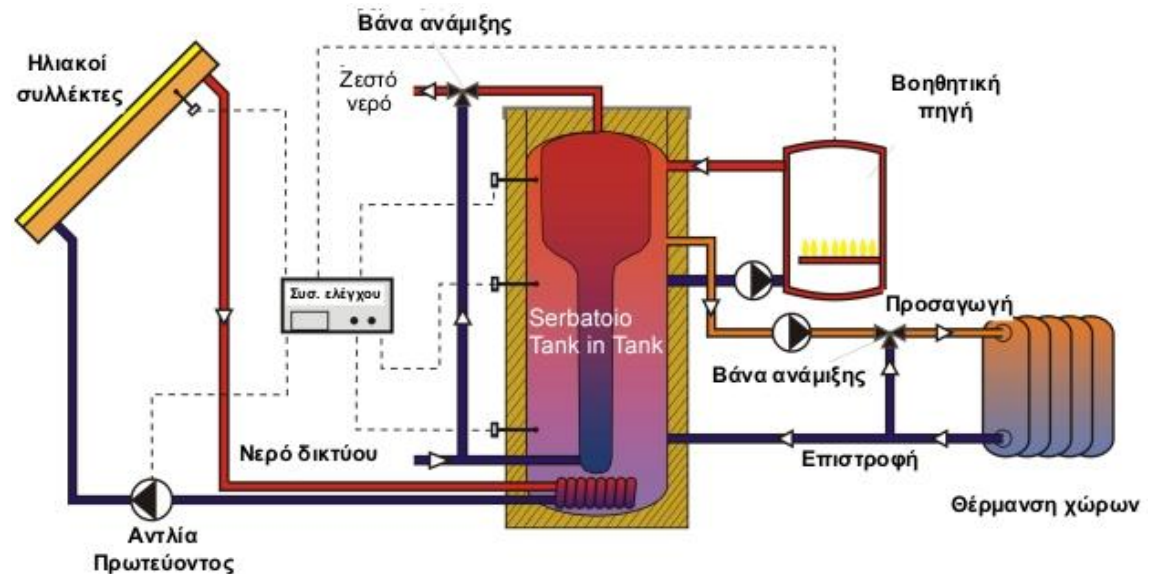
Ηλιακά θερμικά συστήματα βεβαισμένης κυκλοφορίας που χρησιμοποιούνται για (υποβοήθηση) θέρμανσης χώρου και νερού χρήσης.

Εφαρμογές:

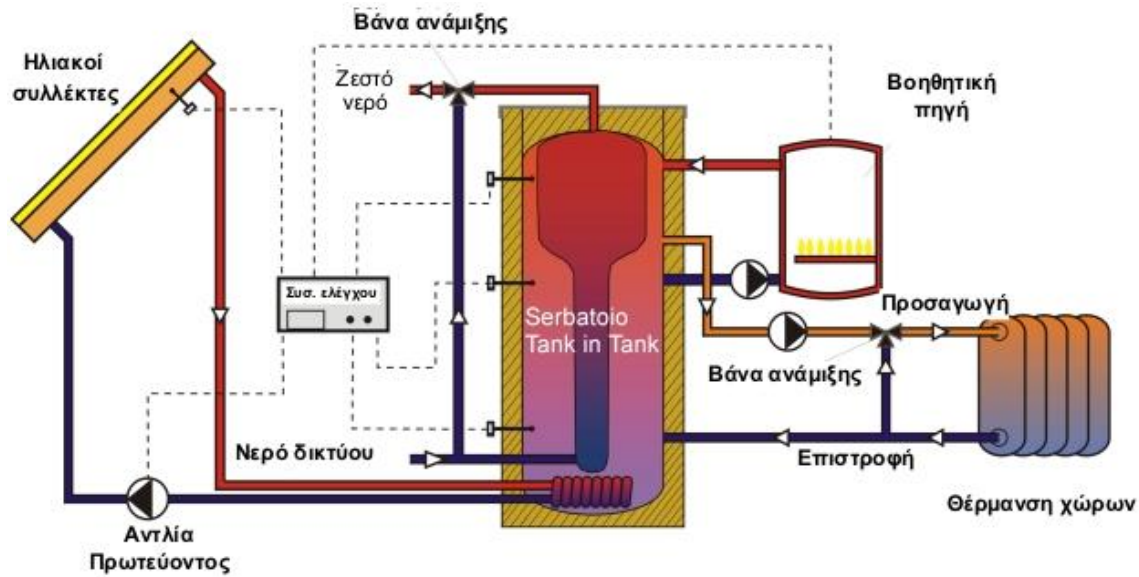
- Κατοικίες
- Ξενοδοχεία
- Νοσοκομεία
- Βιομηχανίες κλπ

Βασικές τυπολογίες συστημάτων combi

1. Άμεση θέρμανση (απευθείας σύνδεση στο δίκτυο)
 - Όχι αποθήκευση
 - Μικρή απόδοση συλλεκτικού πεδίου
2. Συστήματα με 2 δοχεία (θέρμανσης και ΖΝΧ)
3. Συστήματα με δοχείο σε δοχείο (tank in tank)

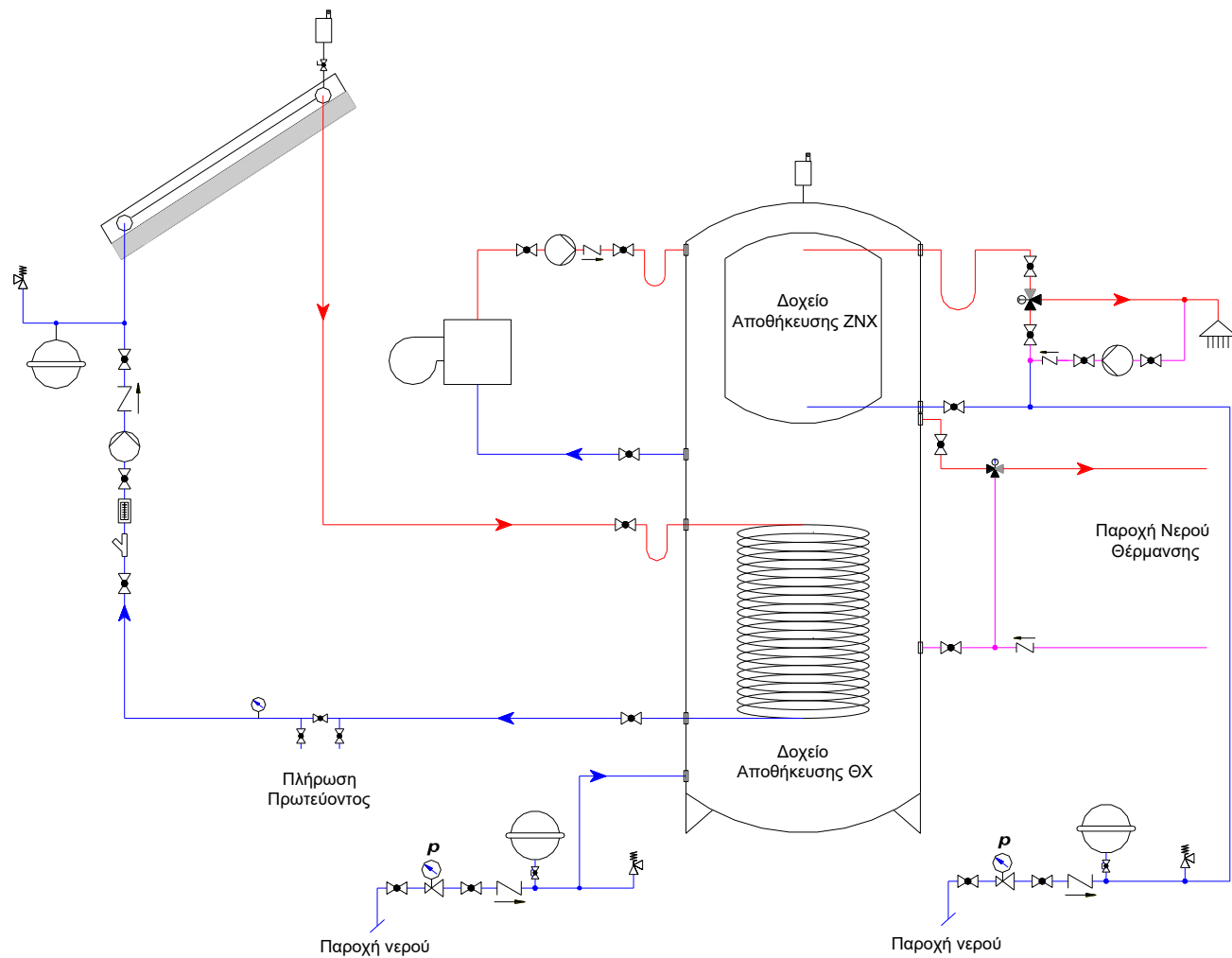


Συστήματα «combi» – tank in tank

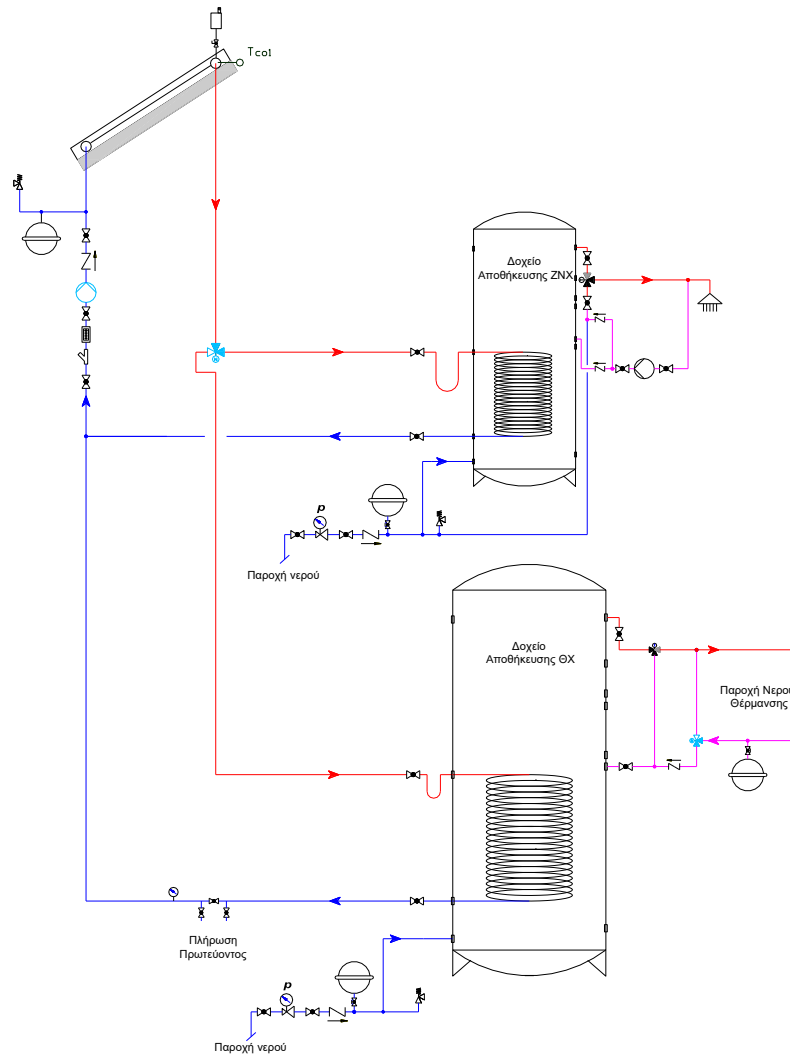


Πηγή: ITW

Συστήματα «combi» – tank in tank

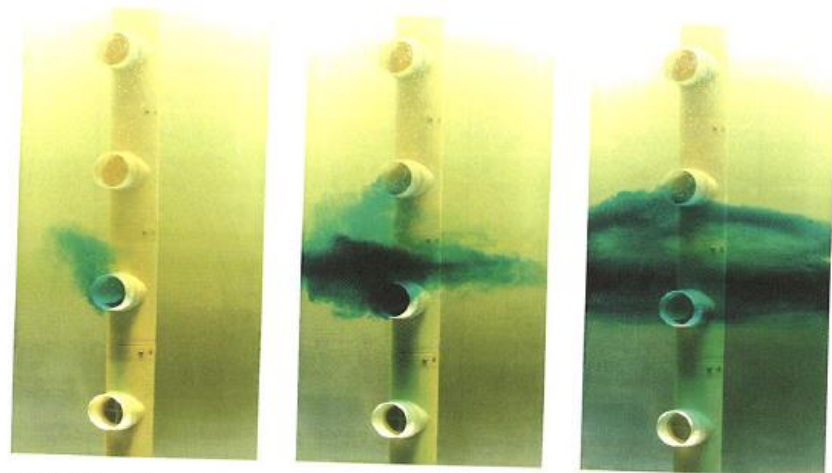


Συστήματα «combi» – 2 δοχεία στο πρωτεύων



Τεχνικά θέματα συστημάτων combi

- **Διαστασιολόγηση συλλεκτικής επιφάνειας:**
 - εξαρτάται από τις προτεραιότητες του χρήστη
 - συνήθως 20 – 25% της κατοικήσιμης επιφάνειας.
- **Προσανατολισμός συλλεκτών**
 - βέλτιστη κλίση 55° ως προς το οριζόντιο επίπεδο
 - νότιος προσανατολισμός
- **Δοχείο αποθήκευσης**
 - 50 – 100lt/m² (Προσοχή στο φαινόμενο της διαστρωμάτωσης)



Source:
Solvis,
Germany

Τεχνικά θέματα συστημάτων combi

- Ενδείκνυται η συνεργασία με συστήματα θέρμανσης χαμηλών θερμοκρασιών (ενδοδαπέδια)
- **Προστασία από τον παγετό**
 - πλήρωση κυκλώματος συλλεκτών με με διάλυμα νερού και προπυλενογλυκόλης (προτείνεται)
 - πλήρωση του κυκλώματος με νερό και ενεργοποίηση αντλίας σε περίπτωση παγετού (αβεβαιότητα σε περίπτωση διακοπής ρεύματος / βλάβης αισθητήρα κ.τ.λ. με εκτεταμένες καταστροφικές συνέπειες για το κύκλωμα)
 - drain back (απαιτεί πολύ καλό σχεδιασμό και εξειδίκευση στην εγκατάσταση)
- **Αντιμετώπιση συνθηκών στασιμότητας (stagnation)**
 - επαναπροσδιορισμός - ορθή διαστασιολόγηση του δοχείου διαστολής του κυκλώματος των ηλιακών συλλεκτών

Συνεργασία ΚΑΠΕ-SOLE Α.Ε. για combi σε κατοικία



Πεδίο συλλεκτών, 65 m²

Προσαρμογή σε κλίση και προσανατολισμό
στέγης

Συμβατικά θερμαντικά σώματα

Κόστος: ~ 300 € /m²

Δοχείο αποθήκευσης:
2000 λίτρα

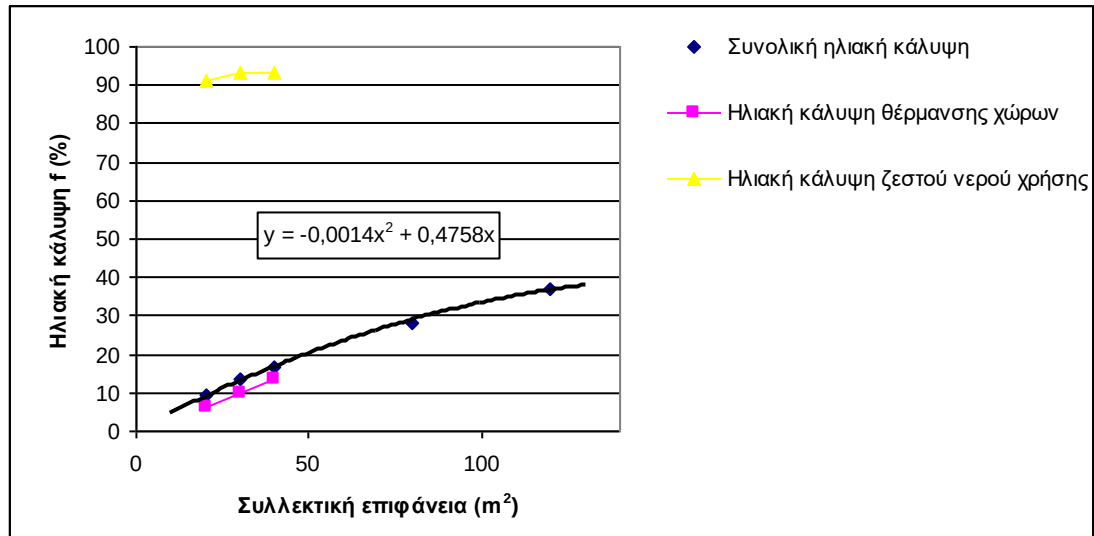
Εγκατάσταση: 2005

Τεχνικά στοιχεία προσομοιώσεων

Οικία: 450 m² σε 3 επίπεδα, τριζωνική ρύθμιση θέρμανσης

Παράμετροι	Τιμές
Τύπος συλλέκτη	Επίπεδος με επιλεκτικό απορροφητή Θερμικές απώλειες: 4.32 Wm ⁻² K–παλαιού 3.907 Wm ⁻² K–νέου
Κλίση συλλεκτών ως προς το οριζόντιο επίπεδο	Παλαιό σύστημα 40° - Νέο σύστημα 45°
Προσανατολισμός	NΔ(30°)
Ποσοστό γλυκόλης στο πρωτεύων κύκλωμα	30%
Ειδικό ετήσιο θερμικό φορτίο της μονοκατοικίας	137.67 kWh/m ²
Λόγος νερού αποθήκευσης προς m ² συλλεκτικής επιφάνειας	~70 lt/m ²
Δοχεία αποθήκευσης θέρμανσης χώρων	70lt/m ² · 20m ² = 1400lt ≈ (1000+350)lt 70lt/m ² · 30m ² = 2100lt ≈ (1500+350)lt 70lt/m ² · 40m ² = 2800lt ≈ (2500+350)lt
Μέση ημερήσια κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης	160 lt
Θερμοκρασία νερού δικτύου	10.9° C τον Φεβρουάριο - 25.7° C τον Αύγουστο
Μηνιαίο προφίλ κατανάλωσης ζεστού νερού χρήσης	Για όλους τους μήνες το ίδιο (μέγιστη κατανάλωση το απόγευμα)
Επιθυμητή θερμοκρασία χώρου	21° C
Περίοδος θέρμανσης χώρων	1 Οκτωβρίου - 30 Απριλίου
Παροχή στο κύριο δίκτυο συλλεκτών	20 lt/h ανά m ² συλλέκτη
Ονομαστική διάμετρος στο κύριο δίκτυο συλλεκτών	18mm
Τιμή ΦΕΚ για την ελάχιστη θερμοκρασία το χειμώνα	-1

Προσομοιώσεις ηλιακής κάλυψης



Ευχαριστώ για την προσοχή σας

drosou@cres.gr
