



ΕΚΕΦΕ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ / ΙΠΡΕΤΕΑ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΙΑΚΩΝ & ΑΛΛΩΝ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Ηλιακή Ενέργεια :
*παρούσα κατάσταση,
περιβαλλοντικά ωφέλη,
τεχνολογίες για παραγωγή
και αποθήκευση*

Δρ. Ηλίας Παπανικολάου



ΕΚΕΦΕ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ / ΙΠΡΕΤΕΑ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΙΑΚΩΝ & ΑΛΛΩΝ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ενεργειακό Πρόβλημα

- Η κατανάλωση ενέργειας αυξάνει διαρκώς σε διεθνές επίπεδο, λόγω αύξησης πληθυσμού και εκβιομηχάνισης
- 80% της πρωτογενούς ενέργειας παράγεται από συμβατικά καύσιμα

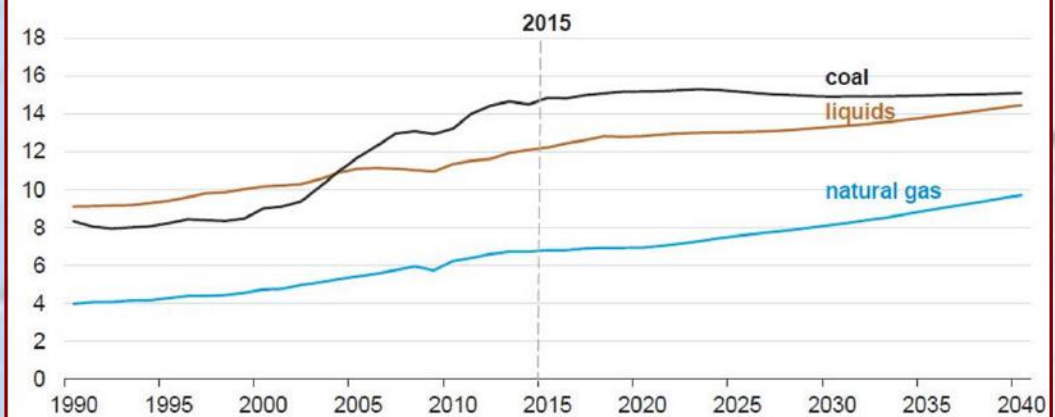
Περιβαλλοντικό Πρόβλημα

- Περιορισμένα αποθέματα
- Αύξηση εκπομπών αερίων θερμοκηπίου

Αντιμετώπιση

- Στροφή στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
- Εκτίμηση για μείωση των εκπομπών CO₂ κατά 30% μέχρι το 2050 σε σχέση με το 2012

Εκπομπές CO₂ από ενέργεια





ΕΚΕΦΕ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ / ΙΠΡΕΤΕΑ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΙΑΚΩΝ & ΑΛΛΩΝ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΔΡΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΕΕ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

Στόχοι για το 2020 (Climate & Energy Package) (2009)

- 20% περικοπή εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (σε σχέση με τα επίπεδα του 1990)
- 20% της ενέργειας στην ΕΕ από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ)
- 20% βελτίωση στην αποδοτικότητα της ενέργειας

Στόχοι για το 2030 (Climate & Energy Framework) (Οκτ. 2014)

Τουλάχιστον 40%, 32%, 32.5% αντίστοιχα

Στόχοι για το 2050 (Long-term strategy)

Ευρώπη με ουδέτερο ισοζύγιο άνθρακα (climate-neutral Europe)



ΕΚΕΦΕ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ / ΙΠΡΕΤΕΑ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΙΑΚΩΝ & ΑΛΛΩΝ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

Εθνική Στρατηγική για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή (ΕΣΠΚΑ) – Απρίλιος 2016

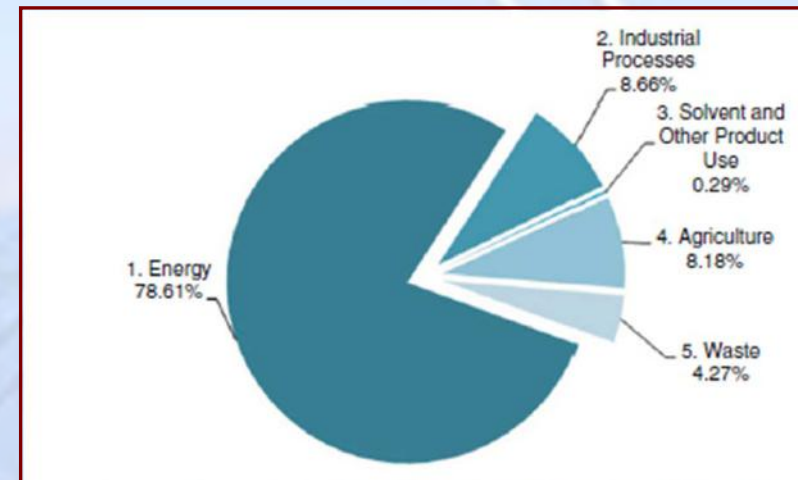
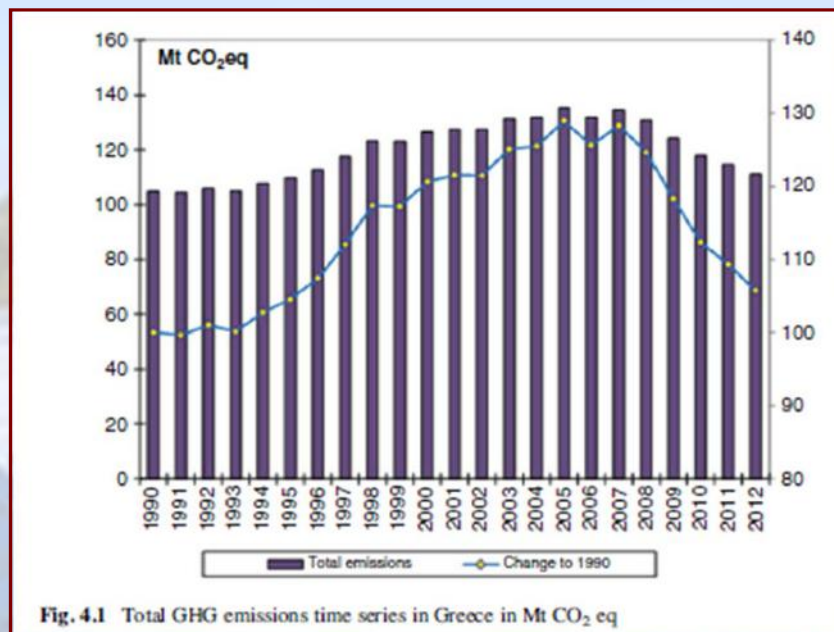
- Το μεγαλύτερο μέρος των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου : CO₂ από καύση ορυκτών καυσίμων για ενεργειακούς σκοπούς
- Πολιτικές μετριασμού κινδύνου κλιματικής αλλαγής : επιδιώκουν δραστική μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου, αφορούν πρωτίστως στον ενεργειακό τομέα.
- Μείωση χρήσης λιγνιτών στην ηλεκτροπαραγωγή υπέρ μορφών ενέργειας χωρίς εκπομπές CO₂ όπως οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.
- Ανάγκη προστασίας ενεργειακών εγκαταστάσεων, όπως οι λιγνιτικοί σταθμοί και τα ορυχεία : μεικτή πολιτική προσαρμογής και μετριασμού.



ΕΚΕΦΕ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ / ΙΠΡΕΤΕΑ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΙΑΚΩΝ & ΑΛΛΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO₂



Συνολικές εκπομπές αερίων θερμοκηπίου (GHG)



ΕΚΕΦΕ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ / ΙΠΡΕΤΕΑ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΙΑΚΩΝ & ΑΛΛΩΝ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΜΕΙΓΜΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ 2030,2050

Δείκτες Επίτευξης Στόχων – Σενάριο EUCO30

	2015	2020	2030	2050
Εκπομπές Αερίων Θερμοκηπίου (% μεταβολή από 1990)	-1.6	-10.0	-40.5	-77.2
Εκπομπές CO ₂ στους τομείς ETS (% μεταβολή από το 2005)	-25.8	-31.4	-63.1	-93.1
Εκπομπές CO ₂ στους τομείς εκτός ETS (% μεταβολή από το 2005)	-22.3	-30.0	-43.3	-69.3
Ποσοστό ΑΠΕ στο σύνολο	14.4	18.5	34.3	67.4
Ποσοστό ΑΠΕ στη θέρμανση- ψύξη	24.8	30.1	36.9	50.8
Ποσοστό ΑΠΕ στον Ηλεκτρικό Τομέα	22.4	25.8	71.5	95.2
Ποσοστό ΑΠΕ στον Τομέα Μεταφορών	1.4	10.2	18.0	185.1
Δείκτης Εξοικονόμησης Ενέργειας (μεταβολή από προβολή του 2007)		-32.3	-50.4	-61.7



ΕΚΕΦΕ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ / ΙΠΡΕΤΕΑ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΙΑΚΩΝ & ΑΛΛΩΝ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (και Εισαγωγών)

	% στην παραγωγή (και εισαγωγές)						Εγκατεστημένη ισχύς σε MW					
	2000	2015	2020	2025	2030	2035	2000	2015	2020	2025	2030	2035
Υδροηλεκτρικά	7.4	10.3	10.0	9.7	10.0	9.5	3072	3389	3579	3689	3749	3819
Αιολικά	0.9	6.8	8.8	23.0	33.4	34.5	226	2152	2637	5265	6996	7595
Ηλιακά	0.0	6.6	8.0	14.8	21.8	29.3	0	2605	3147	5452	7632	10662
Γεωθερμία	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	0	0	0	0	0	167
Βιομάζα	0.3	0.3	0.6	1.2	1.5	2.6	1	55	180	233	258	305
Πετρέλαιο	17.1	8.2	8.3	4.0	0.2	0.2	2302	2022	1824	834	733	595
Φυσ. Αέριο	11.5	15.1	22.8	19.5	17.0	19.5	1157	5062	5306	5273	4738	4417
Λιγνίτης	62.8	40.4	33.6	22.8	12.3	0.5	4454	3923	3054	3124	2869	2857
Εισαγωγές	0.0	12.3	7.9	5.0	3.8	2.3						

- Σταδιακή απανθρακοποίηση του συστήματος
- Χωρίς επιβαρύνσεις στην τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας
- Ευελιξία ώστε να αντιμετωπίζονται οι ράμπες φορτίου λόγω μεταβλητότητας των ΑΠΕ



ΕΚΕΦΕ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ / ΙΠΡΕΤΕΑ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΙΑΚΩΝ & ΑΛΛΩΝ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΤΡΑΠΕΖΑΣ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ : ΜΕΛΕΤΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ (ΕΜΕΚΑ)

*Σενάρια με στόχο μείωση εκπομπών CO₂ σε ευρωπαϊκό επίπεδο :
κατά 40% έως 2030, 80% έως 2050 (σύγκριση με 1990)*

Τρία Σενάρια Μετριασμού (για ηλεκτροπαραγωγή)

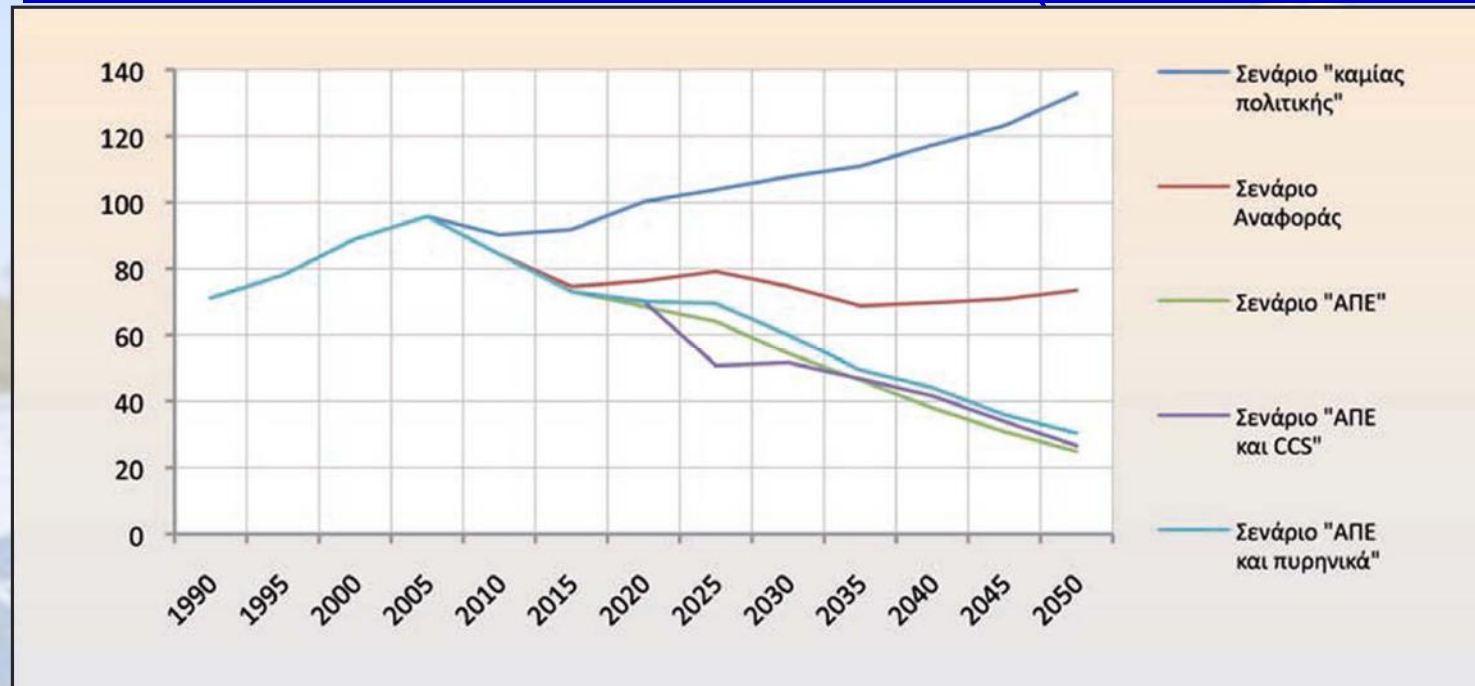
- 1) Σενάριο Μετριασμού “ΑΠΕ” :
Υψηλή διείσδυση ΑΠΕ και ανάπτυξη τεχνικών αποθήκευσης
- 2) Σενάριο Μετριασμού ΑΠΕ και CCS :
ΑΠΕ και ανάπτυξη τεχνολογιών δέσμευσης και αποθήκευσης άνθρακα (CCS) με αποθήκευση διοξειδίου του άνθρακα σε γεωλογικούς σχηματισμούς στην Ελλάδα
- 3) Σενάριο Μετριασμού ΑΠΕ και πυρηνικά :
ΑΠΕ και ανάπτυξη πυρηνικής ενέργειας μετά το 2030



ΕΚΕΦΕ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ / ΙΠΡΕΤΕΑ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΙΑΚΩΝ & ΑΛΛΩΝ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΘ ΓΙΑ ΔΙΑΦΟΡΑ ΣΕΝΑΡΙΑ (εκατ. τόνοι ισοδ. CO₂)



Ποσοτικοποίηση θεωρώντας :

Βελτίωση ενεργειακής απόδοσης κτιρίων, ηλεκτρικών συσκευών, βιομηχανικών διεργασιών, εξοικονόμηση ενέργειας, συμμετοχή ΑΠΕ 20-35% στην τελική κατανάλωση ενέργειας και 47%-83% στην ηλεκτροπαραγωγή, εξηλεκτρισμό οδικών μεταφορών κατά 25%-85%, παραγωγή βιοκαυσίμων, διασύνδεση νησιών κλπ.

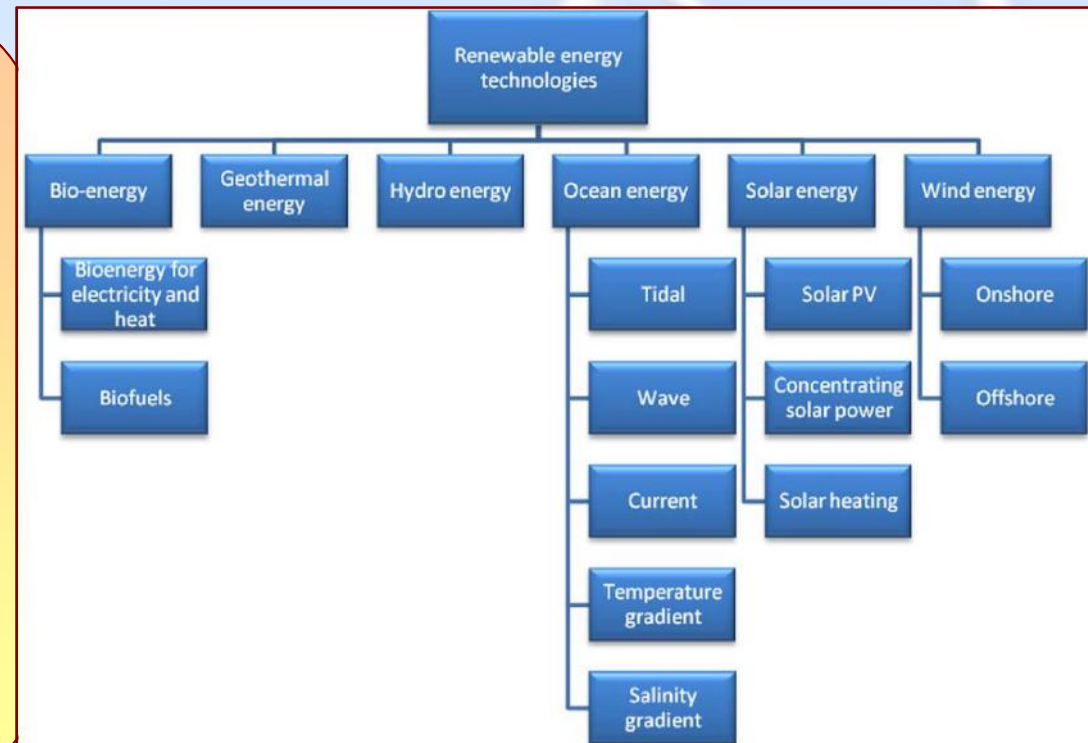


ΕΚΕΦΕ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ / ΙΠΡΕΤΕΑ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΙΑΚΩΝ & ΑΛΛΩΝ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΑΠΕ)

- Η διείσδυσή τους αυξάνεται συνεχώς τα τελευταία χρόνια
- 19.3% της συνολικής παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας από ΑΠΕ το 2015
- Μεγαλύτερη αύξηση στην παραγωγή ενέργειας, μικρότερη στην θέρμανση-ψύξη και μεταφορές (2016)
- Προσπάθειες για μείωση του κόστους και βελτίωση της απόδοσης





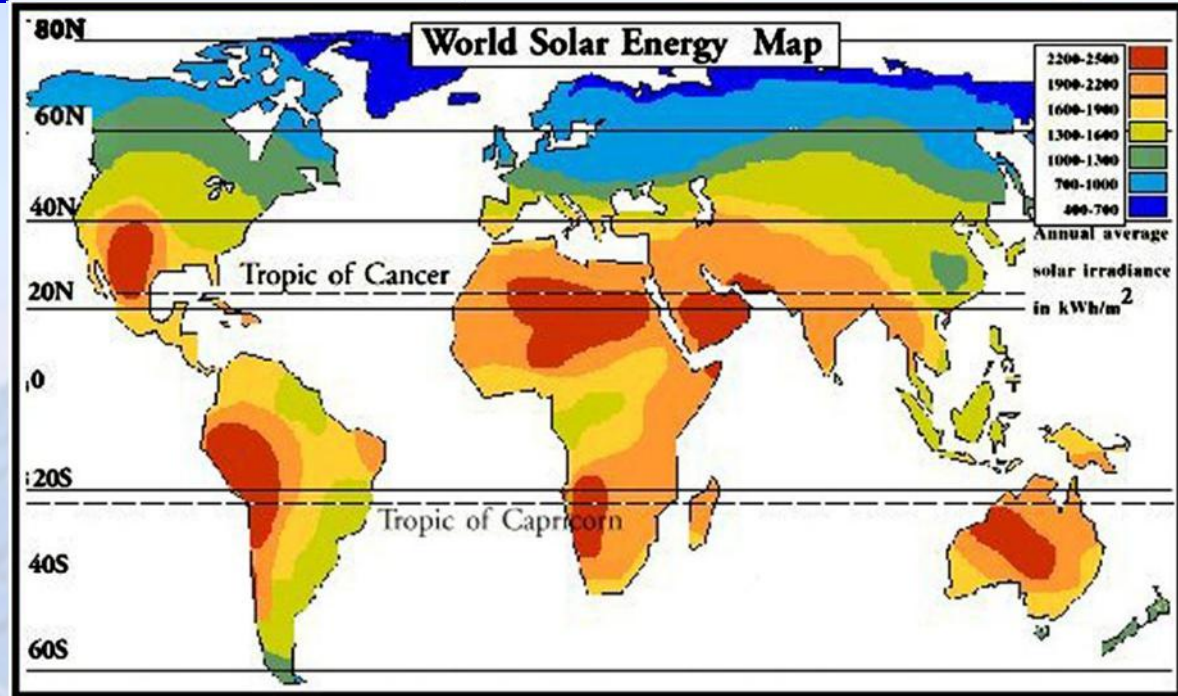
ΕΚΕΦΕ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ / ΙΠΡΕΤΕΑ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΙΑΚΩΝ & ΑΛΛΩΝ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Ηλιακό δυναμικό

- Περισσότερη ενέργεια πέφτει στη γη από τον ήλιο σε μια ώρα απ' αυτήν που καταναλώνεται από τον άνθρωπο σε ένα ολόκληρο χρόνο
- Η διαθεσιμότητα της ηλιακής ενέργειας υπερβαίνει αυτήν όλων των υπόλοιπων ανανεώσιμων και συμβατικών μορφών



- Μόνο ένα μικρό ποσοστό ($4.5 \times 10^{-8} \%$) της εκπεμπόμενης από τον ήλιο ακτινοβολίας φθάνει στην ατμόσφαιρα της γης και αυτό ίσο με 1.6×10^{14} kW
- 30% από αυτό σκεδάζεται ή επιστρέφει στο διάστημα, 70% δυνητικά διαθέσιμο



ΕΚΕΦΕ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ / ΙΠΡΕΤΕΑ

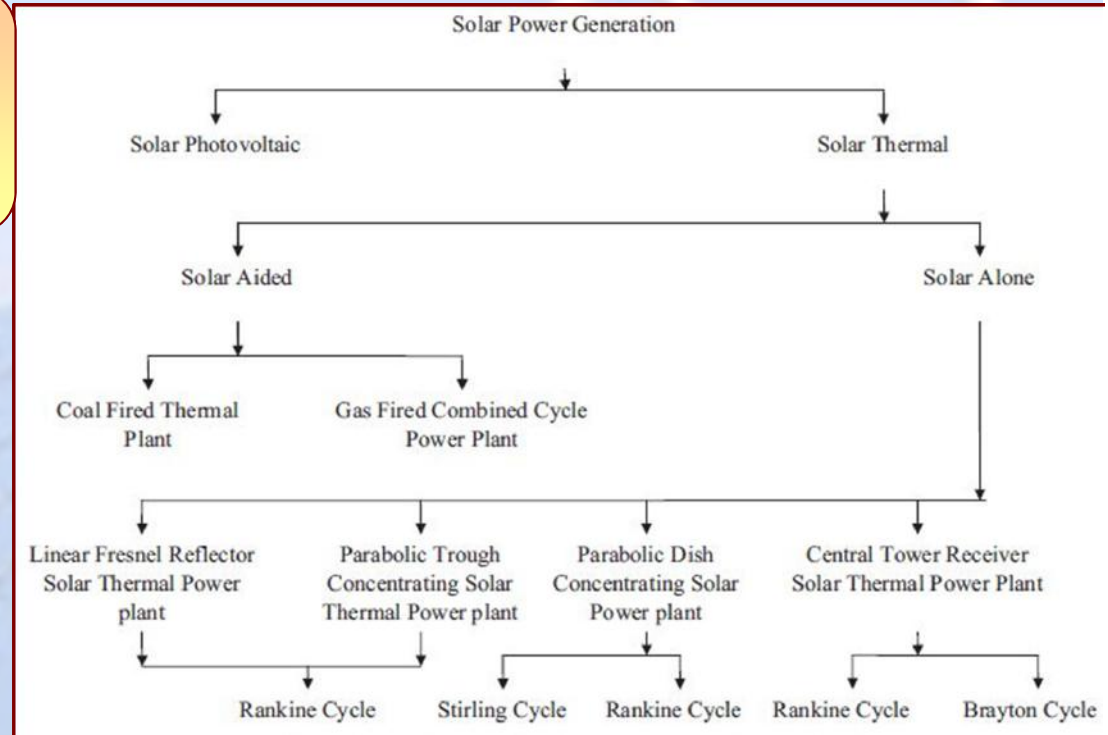
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΙΑΚΩΝ & ΑΛΛΩΝ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ

- Άμεση : φωτοβολταϊκά συστήματα (PV)
- Έμμεση : συγκεντρωτικά θερμικά ηλιακά (CSP)

Συγκριτικά

- Για την ίδια επιφάνεια PV καλύτερη απόδοση
- Μικρότερη περιβαλλοντική επιβάρυνση από τα ΘΗ
- Κόστος/kWh για τα ΦΒ μειώθηκε με πιο γρήγορους ρυθμούς
- Η διαθεσιμότητα των ΘΗ είναι μεγαλύτερη, λόγω της αποθήκευσης θερμότητας





ΕΚΕΦΕ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ / ΙΠΡΕΤΕΑ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΙΑΚΩΝ & ΑΛΛΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΠΑΓΚΟΣΜΙΩΣ

Table 1

Comparison of the global power capacity between different renewable energy sectors (Unit: GW) [1].

Order	Power capacity	Year		
		2013	2014	2015
1	Total Renewable power	1578	1712	1849
2	Hydropower	1018	1055	1064
3	Bio-power	88	93	106
4	Geothermal	12.1	12.8	13.2
5	Solar PV	138	177	227
6	Concentrating solar thermal	3.4	4.4	4.8
7	Wind power capacity	319	370	433

Table 2

The 2015 global ranking for solar power generation capacity. [1].

World Ranking	Country Name	Total Capacity (MW) at 2015	Installed (MW) in 2015
1	China	43,180	15,130
2	Germany	39,553	1418
3	Japan	33,300	10,000
4	USA	27,400	7260
5	Italy	19,160	700
6	UK	8437	3109
7	Spain	6967	6946
8	France	6680	1020
9	Australia	5049	913
10	India	4680	2048



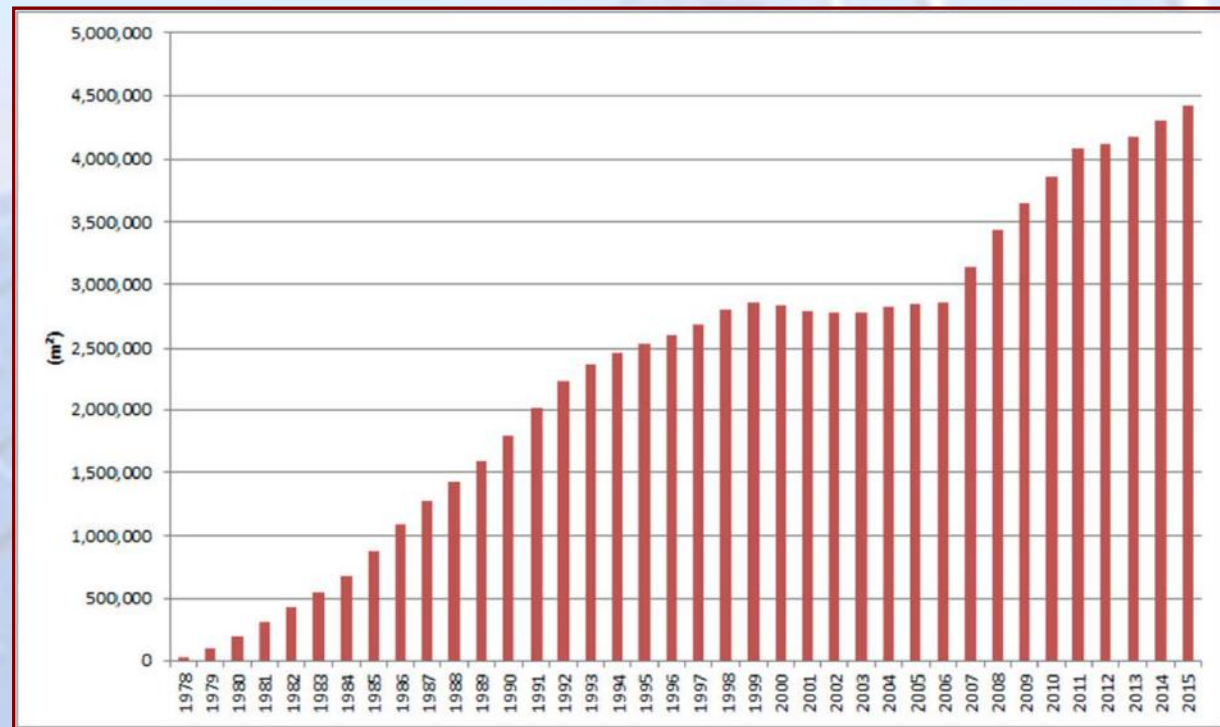
ΕΚΕΦΕ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ / ΙΠΡΕΤΕΑ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΙΑΚΩΝ & ΑΛΛΩΝ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ - ΘΕΡΜΙΚΑ

- Πρωτοπόρος στην χρήση της θερμικής ηλιακής ενέργειας (οικιακά συστήματα θέρμανσης νερού)

- Από τα τέλη της δεκαετίας του 1970 και για αρκετά χρόνια οι εγκαταστάσεις αυξάνονταν με υψηλούς ρυθμούς.
- Εμφάνιζε τον μεγαλύτερο δείκτη συλλεκτικής επιφάνειας ανά κατοικο στην ΕΕ
- Στην 10^η θέση παγκοσμίως το 2016

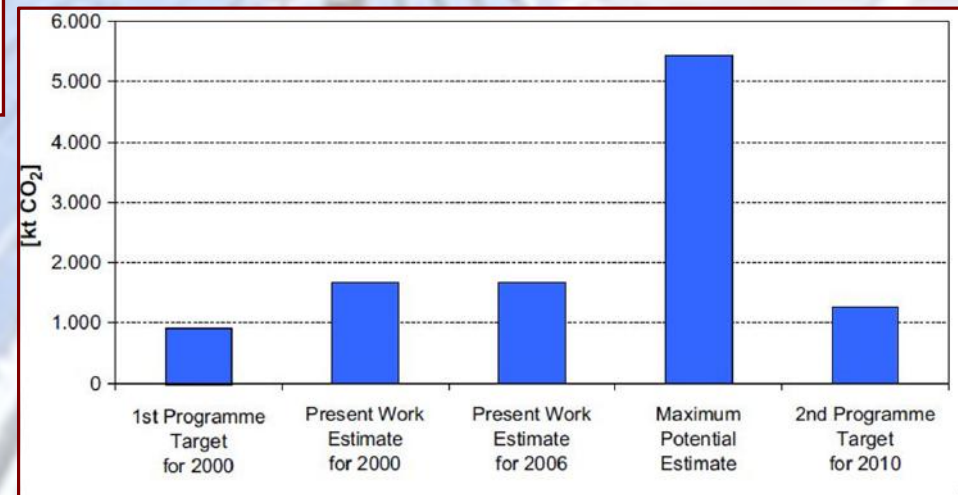
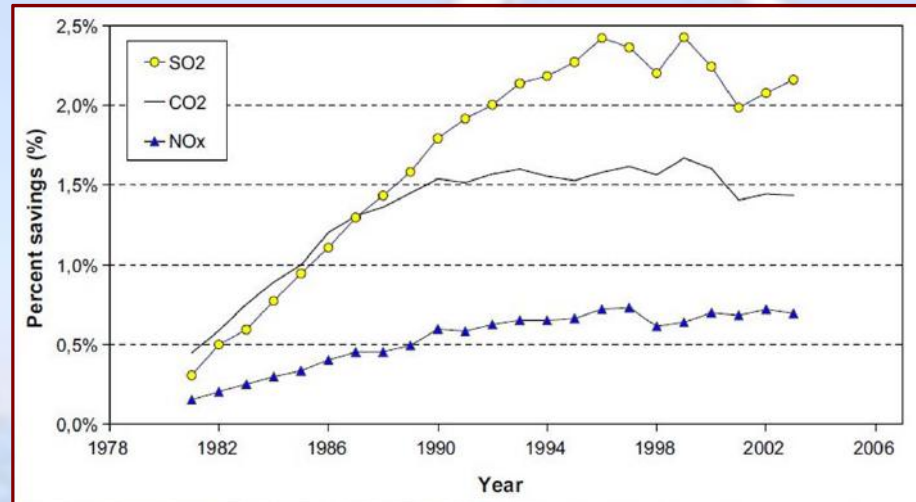
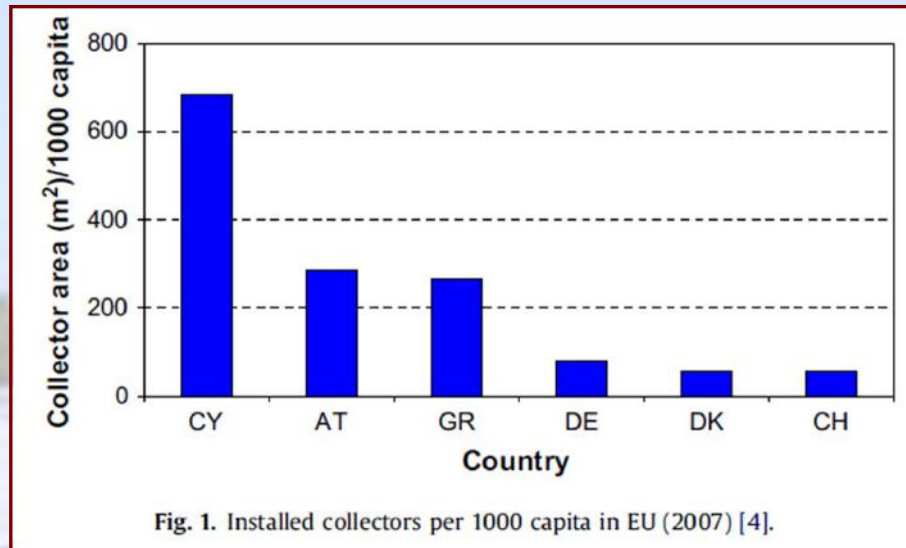




ΕΚΕΦΕ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ / ΙΠΡΕΤΕΑ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΙΑΚΩΝ & ΑΛΛΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΘΕΡΜΙΚΑ ΗΛ. ΣΥΣΤ. ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ



- **Ενεργειακό και περιβαλλοντικό όφελος :** αντικατάσταση μέρους της παραγόμενης ηλεκτρικής ισχύος. Περιορισμός αντίστοιχων εκπομπών αερίων ανά MWh
- **Υπερκάλυψη στόχου περικοπής εκπομπών με βάση δύο προγράμματα για την Κλιματική Αλλαγή (2000,2010)**



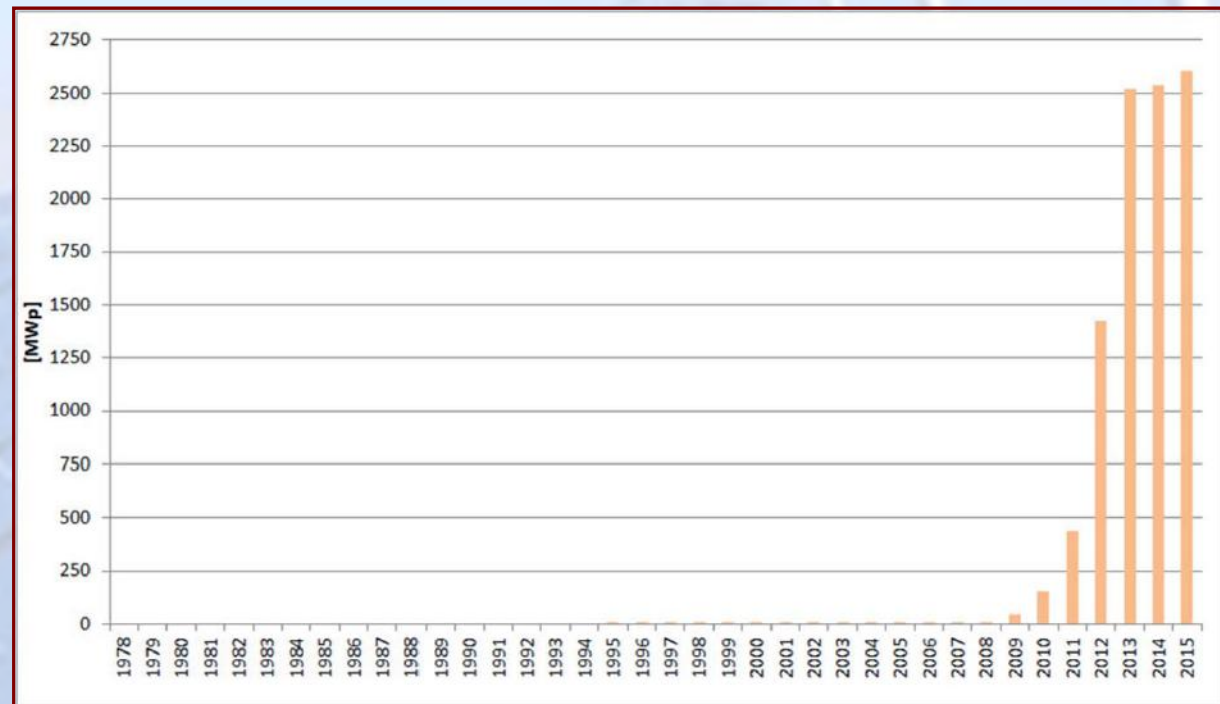
ΕΚΕΦΕ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ / ΙΠΡΕΤΕΑ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΙΑΚΩΝ & ΑΛΛΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ - ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ

- Πρώτες εγκαταστάσεις την δεκαετία του '80 (απομακρυσμένα νησιά)

- Λόγω υψηλού κόστους, δεν αναπτύχθηκε η σχετική αγορά
- Από την δεκαετία του 1990 και ιδίως του 2000, επιδότηση μέσω προγραμμάτων (45%-50% της επένδυσης)
- Μεγάλη άνθηση από το 2008 και μετά (feed-in-tarif)
- Υπερκάλυψη στόχου παραγωγής-Επιβράδυνση αγοράς





ΕΚΕΦΕ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ / ΙΠΡΕΤΕΑ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΙΑΚΩΝ & ΑΛΛΩΝ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Γιατί η συγκέντρωση

- Ηλιακή ενέργεια έχει χαμηλή πυκνότητα ενέργειας σε σχέση με συμβατικές μορφές (στερεά/υγρά καύσιμα)
- Οπτικές διατάξεις μπορούν να συγκεντρώσουν την ακτινοβολία σε μικρή απορροφητική επιφάνεια ➡ Μείωση θερμικών απωλειών
- Υψηλότερες θερμοκρασίες ➡ Υψηλότερη απόδοση στην μετατροπή της ενέργειας



ΕΚΕΦΕ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ / ΙΠΡΕΤΕΑ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΙΑΚΩΝ & ΑΛΛΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ ΓΙΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ

- Κορεσμένος ή υπέρθερμος ατμός
- Περιοχή Θερμοκρασιών :
100 - 250°C

Industry	Process	Temperature (°C)
Dairy	Pressurisation	60-80
	Sterilisation	100-120
	Drying	120-180
	Concentrates	60-80
	Boiler feed water	60-90
Tinned food	Sterilisation	110-120
	Pasteurisation	60-80
	Cooking	60-90
	Bleaching	60-90
Textile	Bleaching, dyeing	60-90
	Drying, degreasing	100-130
	Dyeing	70-90
	Fixing	160-180
	Pressing	80-100
Paper	Cooking, drying	60-80
	Boiler feed water	60-90
	Bleaching	130-150
Chemical	Soaps	200-260
	Synthetic rubber	150-200
	Processing heat	120-180
	Pre-heating water	60-90
Meat	Washing, sterilisation	60-90
	Cooking	90-100
Beverages	Washing, sterilisation	60-80
	Pasteurisation	60-70
Flours and by-products	Sterilization	60-80
Timber by-products	Thermodiffusion beams	80-100
	Drying	60-100
	Pre-heating water	60-90
	Preparation pulp	120-170
Bricks and blocks	Curing	60-140
Plastics	Preparation	120-140
	Distillation	140-150
	Separation	200-220
	Extension	140-160
	Drying	180-200
Blending	120-140	



ΕΚΕΦΕ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ / ΙΠΡΕΤΕΑ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΙΑΚΩΝ & ΑΛΛΩΝ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΩΝ

Μεσαίες Θερμοκρασίες

- Τιμές στην περιοχή 80 – 250 °C

Ενδεικτικές εφαρμογές: Θερμότητα για βιομηχανικές διεργασίες (π.χ. Παραγωγή ατμού), ηλεκτροπαραγωγή μικρής κλίμακας

- Συγκεντρωτικοί Συλλέκτες :

Παραβολικής σκάφης (Parabolic trough),
γραμμικής εστίασης με ανακλαστήρες Fresnel.

Ενδιάμεσος βαθμός συγκέντρωσης (15-20)

Υψηλές Θερμοκρασίες

- Περιοχή τιμών 250 – 1000 °C

- Ενδεικτικές εφαρμογές : Ηλεκτροπαραγωγή μεγάλης κλίμακας (π.χ. Ηλιοθερμικοί σταθμοί)

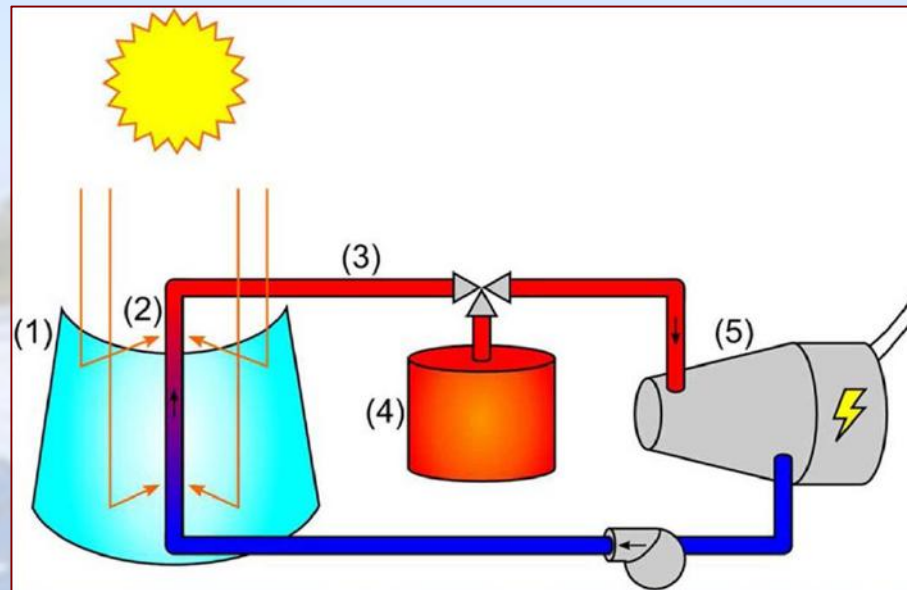
- Συγκεντρωτικοί Συλλέκτες υψηλού βαθμού συγκέντρωσης :
ηλιακός πύργος, ηλιακό πιάτο κλπ.



ΕΚΕΦΕ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ / ΙΠΡΕΤΕΑ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΙΑΚΩΝ & ΑΛΛΩΝ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΚΥΡΙΑ ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ



Πέντε Στάδια

1. Συγκέντρωση
2. Απορρόφηση
3. Μεταφορά
4. Αποθήκευση
5. Παραγωγή

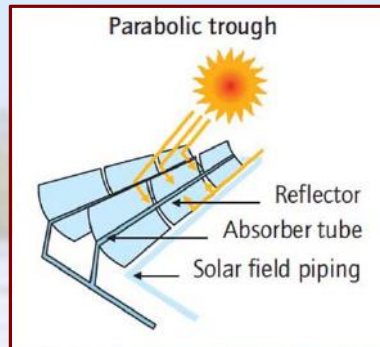


ΕΚΕΦΕ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ / ΙΠΡΕΤΕΑ

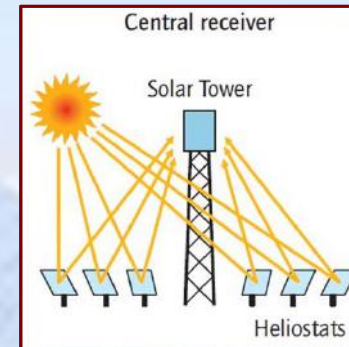
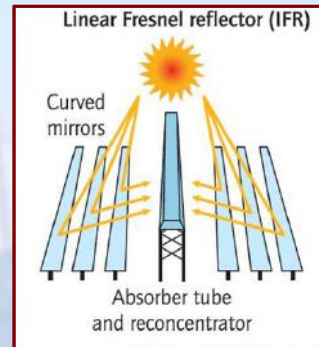
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΙΑΚΩΝ & ΑΛΛΩΝ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΙ ΗΛΙΑΚΟΙ ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ

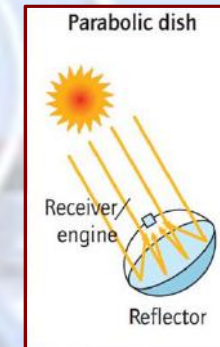
$$\text{Λόγος Συγκέντρωσης : } C = A_c / A_{\text{abs}}$$



$$C < 100$$



$$C = 200-1000$$



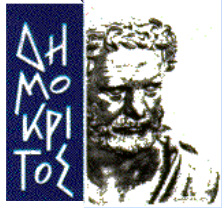
$$C = 1000-4000$$

Γραμμικής Εστίασης

Εφαρμογές μεσαίων θερμοκρασιών :
 $T = 100^\circ - 300^\circ\text{C}$

Σημειακής Εστίασης

Εφαρμογές υψηλών θερμοκρασιών :
 $T > 300^\circ\text{C}$



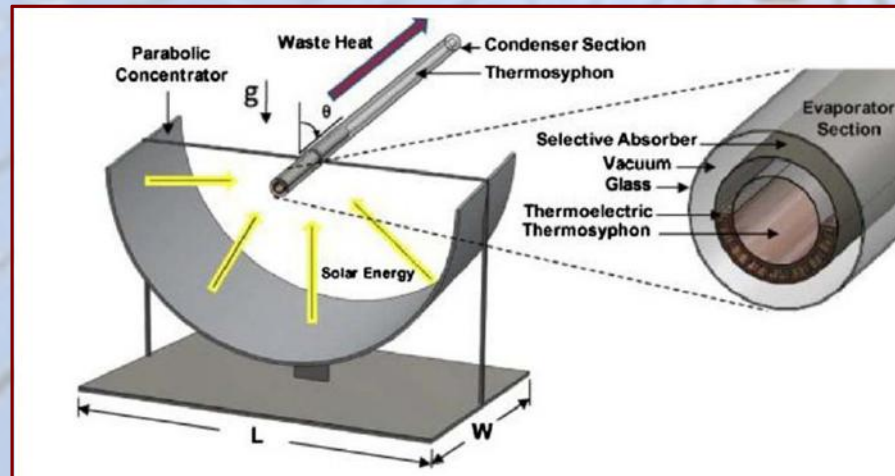
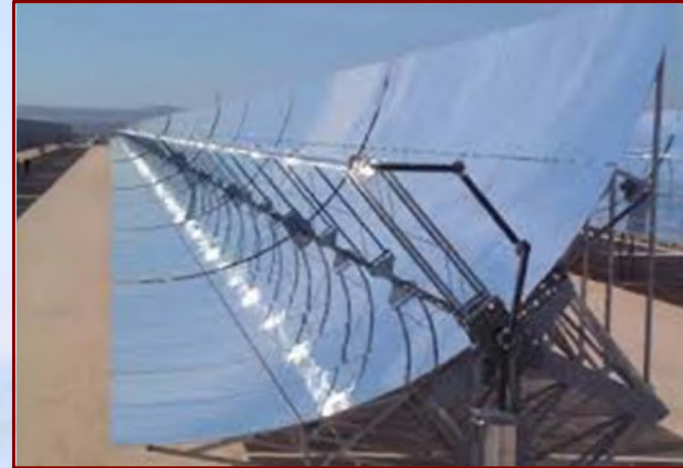
ΕΚΕΦΕ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ / ΙΠΡΕΤΕΑ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΙΑΚΩΝ & ΑΛΛΩΝ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΠΑΡΑΒΟΛΙΚΟΣ ΣΥΛΜΕΚΤΗΣ (PTC)

Χαρακτηριστικά

- Παρακολούθηση ηλίου σε έναν άξονα
- Χρήση μόνο άμεσης ακτινοβολίας (DNI)
- Λόγος Συγκέντρωσης C : μέχρι 40
- Θερμοκρασία εστίας T μέχρι 400°C
- Ώριμη Τεχνολογία
- Χαμηλό κόστος
- Μειονέκτημα : Κινούμενα μέρη
(συνδέσεις δέκτη)





ΕΚΕΦΕ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ / ΙΠΡΕΤΕΑ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΙΑΚΩΝ & ΑΛΛΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΣΥΛΜΕΚΤΗΣ ΤΥΠΟΥ FRESNEL (LFR)

Χαρακτηριστικά

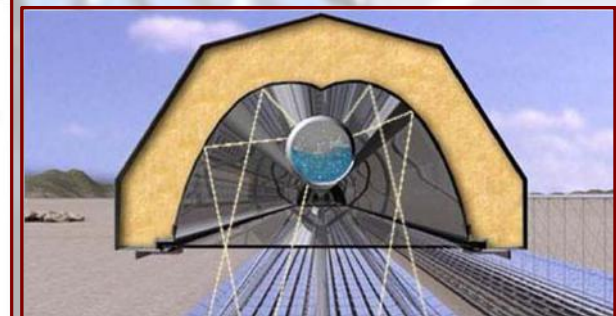
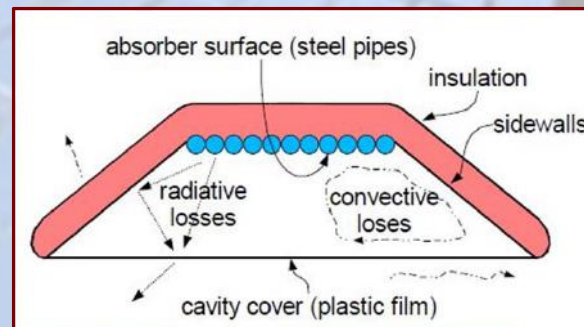
- Ασυνεχής ανακλαστική επιφάνεια από επίπεδα κάτοπτρα υπό μορφή λωρίδων
- Χαμηλότερη οπτική απόδοση σε σχέση με PTC.

Πλεονεκτήματα : χαμηλότερο κόστος, σταθερή θέση δέκτη, φορτία ανέμου.



Τύποι Δέκτη

- Με επίπεδο απορροφητή (τραπεζοειδής)
- Με σωληνωτό απορροφητή και δευτερογενείς ανακλαστήρες





ΕΚΕΦΕ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ / ΙΠΡΕΤΕΑ

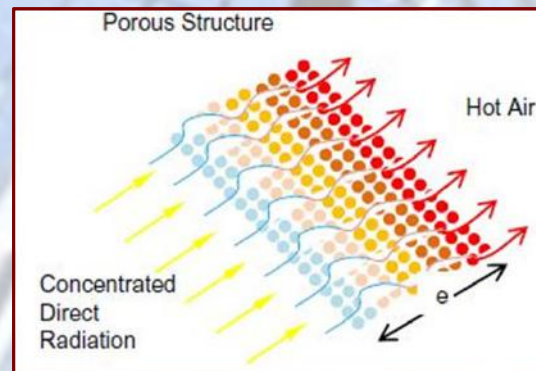
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΙΑΚΩΝ & ΑΛΛΩΝ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΗΛΙΑΚΟΣ ΠΥΡΓΟΣ

Χαρακτηριστικά

- Σημειακής Εστίασης
- Πεδίο επίπεδων ανακλαστήρων (ηλιοστατών) που παρακολουθούν τον ήλιο
- Διάφοροι τύποι δέκτη : ογκομετρικός, με κοιλότητα, σωματιδίων
- Εργαζόμενα ρευστά : αέρας, ατμός, λιωμένο αλάτι

Πλεονεκτήματα : υψηλότερες θερμοκρασίες (1000°C), άρα καλύτερη απόδοση στη μετατροπή ενέργειας, δυνατότητες για περαιτέρω βελτιώσεις στην απόδοση, μείωση κόστους





ΕΚΕΦΕ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ / ΙΠΡΕΤΕΑ

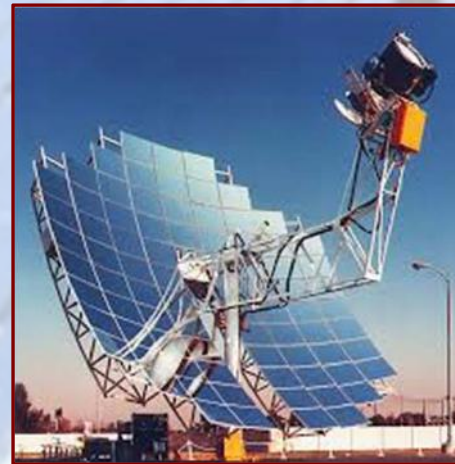
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΙΑΚΩΝ & ΑΛΛΩΝ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΠΑΡΑΒΟΛΙΚΟ ΠΙΑΤΟ (DISH)

Χαρακτηριστικά

- Σημειακής Εστίασης
- Σύστημα παρακολούθησης του ήλιου σε δύο άξονες (two-axis tracking)
- Απευθείας σύνδεση με θερμικές μηχανές: κύκλοι Stirling, Brayton
- Εργαζόμενα ρευστά : ήλιο, υδρογόνο
- Μικρού μεγέθους συστήματα ($< 100\text{kW}$)

Πλεονεκτήματα : υψηλοί λόγοι συγκέντρωσης και θερμοκρασίες (μέχρι 2000°C), η καλύτερη απόδοση στη μετατροπή ενέργειας σε σχέση με άλλα ηλιακά συστήματα

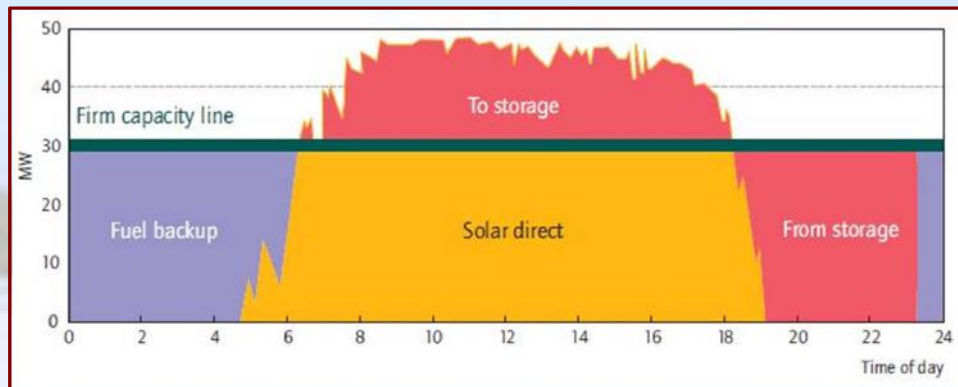




ΕΚΕΦΕ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ / ΙΠΡΕΤΕΑ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΙΑΚΩΝ & ΑΛΛΩΝ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ



Κριτήρια Σχεδιασμού

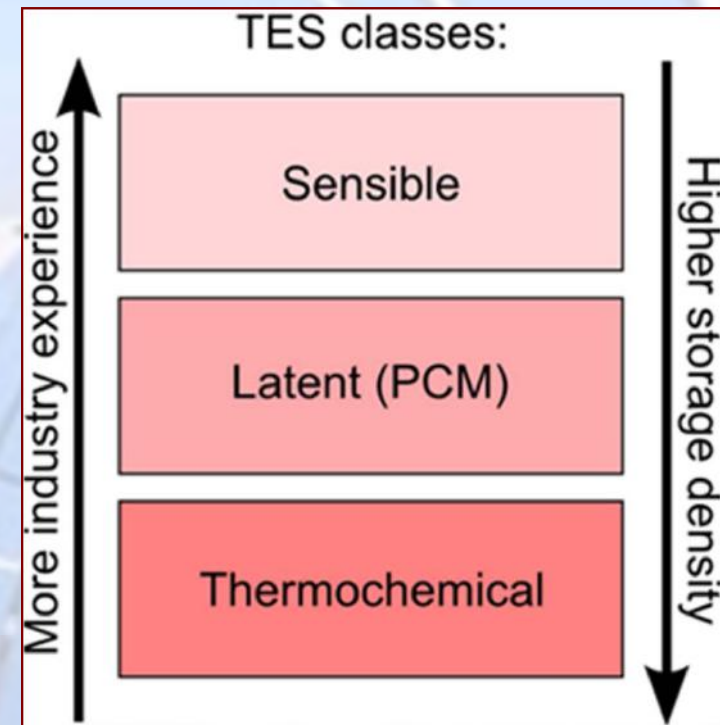
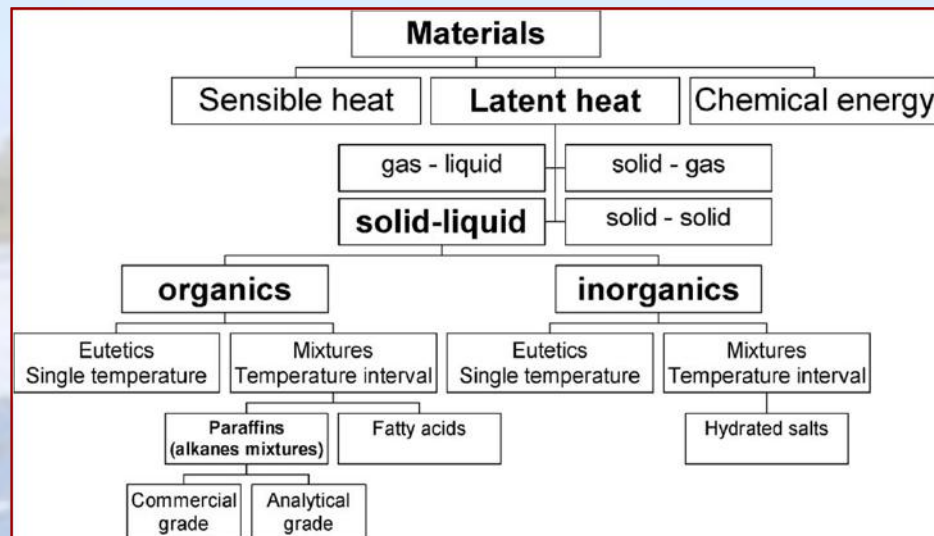
- Διάρκεια Αποθήκευσης – Διαστασιολόγηση
- Μορφή Αποθήκευσης (αισθητή / λανθάνουσα θερμότητα)
- Επιλογή Υλικού



ΕΚΕΦΕ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ / ΙΠΡΕΤΕΑ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΙΑΚΩΝ & ΑΛΛΩΝ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ - ΜΟΡΦΕΣ



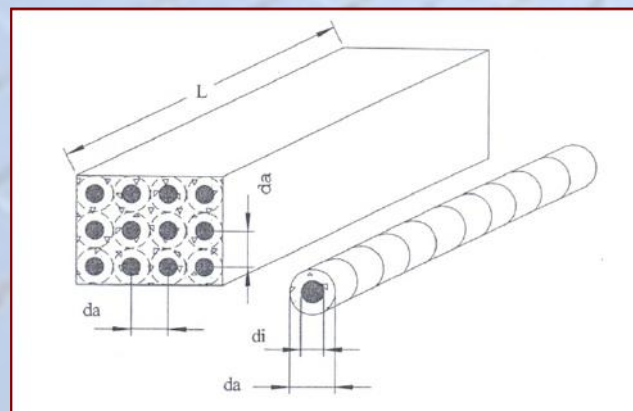


ΕΚΕΦΕ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ / ΙΠΡΕΤΕΑ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΙΑΚΩΝ & ΑΛΛΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΑΙΣΘΗΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Storage Medium	Temperature		Average density (kg/m ³)	Average heat conductivity (W/mK)	Average heat capacity (kJ/kgK)	Volume specific heat capacity (kWh/m ³)	Media costs per kg (US\$/kg)	Media costs per kWh (US\$/kWh)
	Cold (°C)	Hot (°C)						
Solid media								
Sand-rock-mineral oil	200	300	1,700	1.0	1.30	60	0.15	4.2
Reinforced concrete	200	400	2,200	1.5	0.85	100	0.05	1.0
NaCl (solid)	200	500	2,160	7.0	0.85	150	0.15	1.5
Cast iron	200	400	7,200	37.0	0.56	160	1.00	32.0
Cast steel	200	700	7,800	40.0	0.60	450	5.00	60.0
Silica fire bricks	200	700	1,820	1.5	1.00	150	1.00	7.0
Magnesia fire bricks	200	1,200	3,000	5.0	1.15	600	2.00	6.0

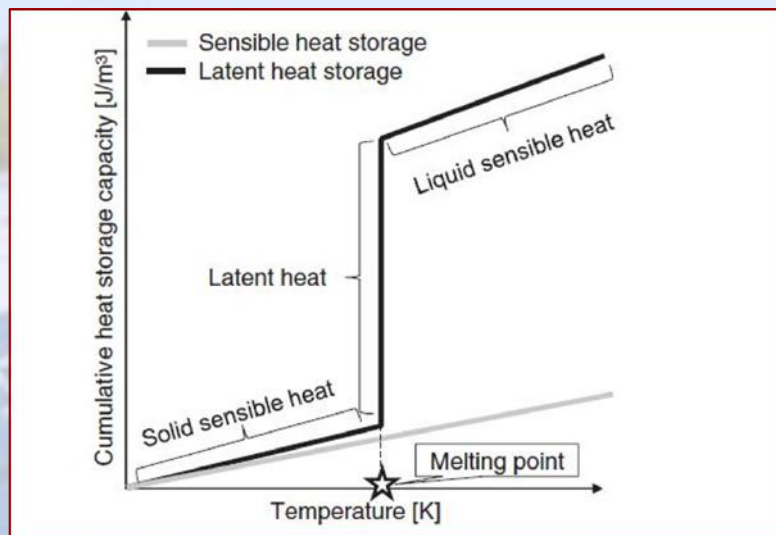




ΕΚΕΦΕ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ / ΙΠΡΕΤΕΑ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΙΑΚΩΝ & ΑΛΛΩΝ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΛΑΝΘΑΝΟΥΣΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

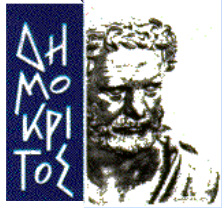


■ Πλεονεκτήματα

- Μικρές θερμοκρασιακές διαφορές μεταξύ φόρτισης-εκφόρτισης
- Μεγάλη χωρητικότητα αποθήκευσης

■ Μειονέκτημα

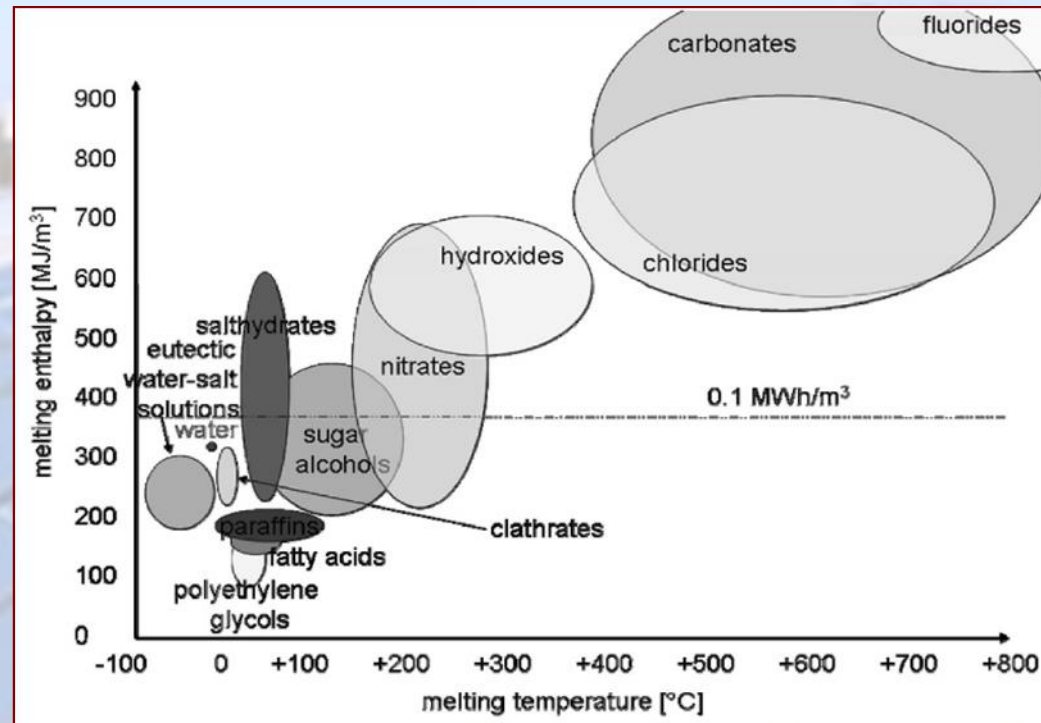
- Χαμηλή θερμική αγωγιμότητα



ΕΚΕΦΕ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ / ΙΠΡΕΤΕΑ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΙΑΚΩΝ & ΑΛΛΩΝ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΛΑΝΘΑΝΟΥΣΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ - ΥΛΙΚΑ



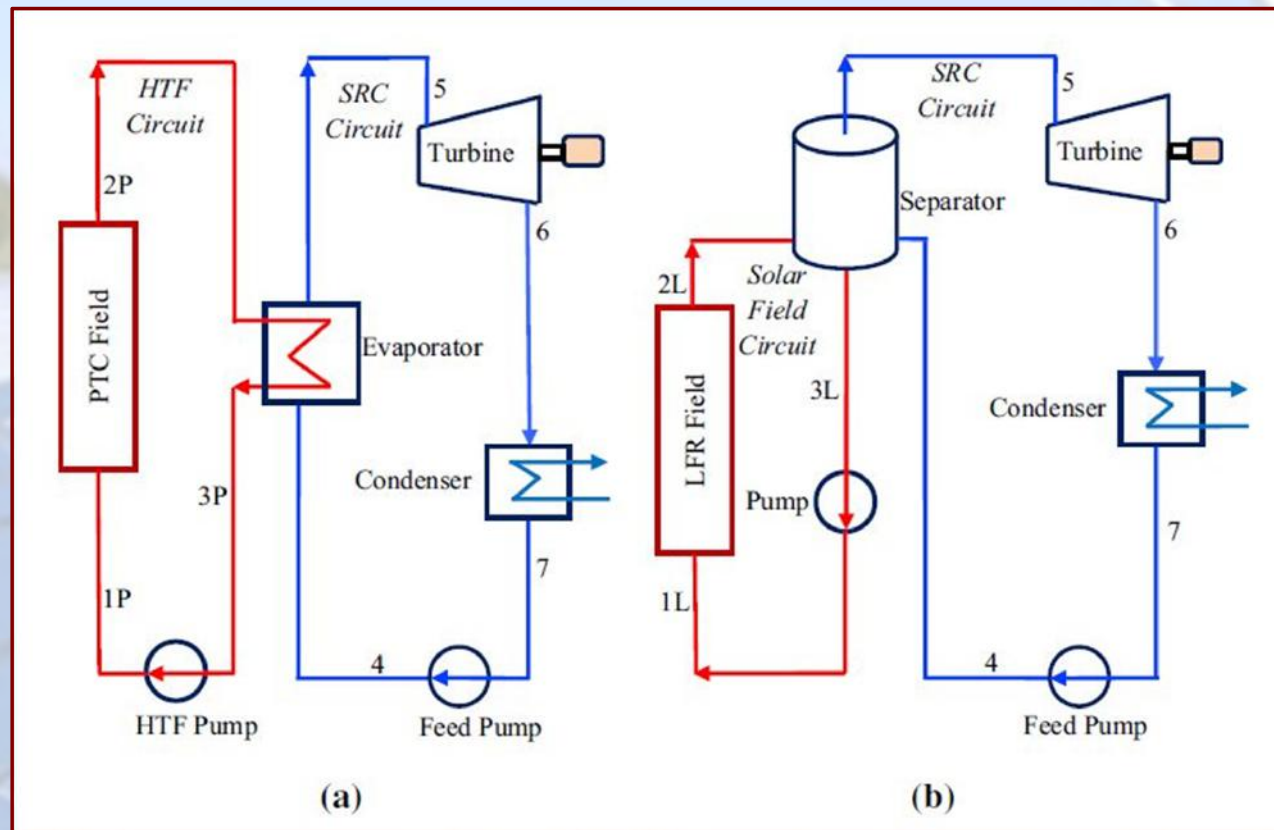


ΕΚΕΦΕ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ / ΙΠΡΕΤΕΑ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΙΑΚΩΝ & ΑΛΛΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΗΛΙΟΘΕΡΜΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΙΣΧΥΟΣ

Εργαζόμενο ρευστό : (α) Θερμικό Λάδι , (b) Ατμός





ΕΚΕΦΕ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ / ΙΠΡΕΤΕΑ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΙΑΚΩΝ & ΑΛΛΩΝ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΗΛΙΟΘΕΡΜΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΙΣΧΥΟΣ (2014)

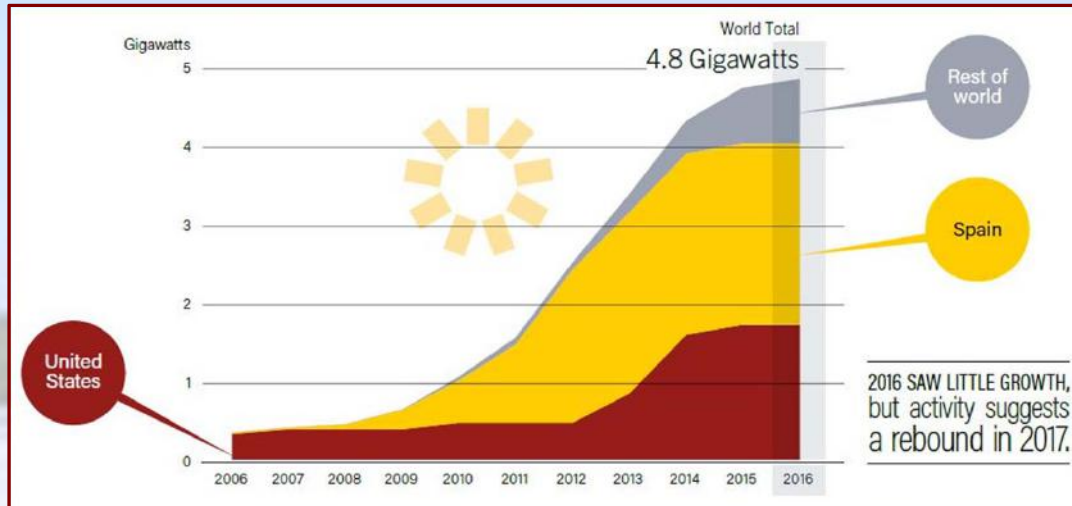
<u>Name</u>	<u>Gross Capacity (MW)</u>	<u>Location</u>	<u>Concentrator Type</u>	<u>Start of Operation</u>	<u>Notes</u>
• Ivanpah	392	San Bernardino, CA, USA	heliostat/power tower	2014	
• SEGS	354	Mojave Desert, CA, USA	PTC	1984	
• Mojave Solar Project	280	Barstow, CA, USA	PTC	2014	
• Solana Generating Station	280	Gila Bend, AZ, USA	PTC	2013	6 h thermal storage
• Genesis Solar Energy Project	250	Blythe, CA, USA	PTC	2014	
• Solaben	200	Logrosan, Spain	PTC	2012	
• Solnova	150	Sanlucar la Mayor, Spain	PTC	2010	
• Andasol	150	Guadix, Spain	PTC	2008	7.5 h thermal storage
• Extresol	150	Torre de Miguel Sesmero, Spain	PTC	2010	7.5 h thermal storage
• Dhursar	125	Dhursar, India	LFR	2014	
• Martin Next Generation Solar Energy Center	75	Indiantown, FL, USA	PTC	2010	integrated solar combined cycle
• Puerto Errado	31.4	Murcia, Spain	LFR	2009	



ΕΚΕΦΕ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ / ΙΠΡΕΤΕΑ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΙΑΚΩΝ & ΑΛΛΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΗΛΙΟΘΕΡΜΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΙΣΧΥΟΣ



■ Plataforma Solar de Almeria (PSA), Ισπανία



■ SEGS, Kramer Junction, ΗΠΑ



Διασχολικό Μάθημα ΕΜΠ :
Περιβάλλον και Κλιματική Αλλαγή

ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ
Η. Παπανικολάου

15 Μαΐου 2019

33



ΕΚΕΦΕ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ / ΙΠΡΕΤΕΑ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΙΑΚΩΝ & ΑΛΛΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΗΛΙΟΘΕΡΜΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΙΣΧΥΟΣ

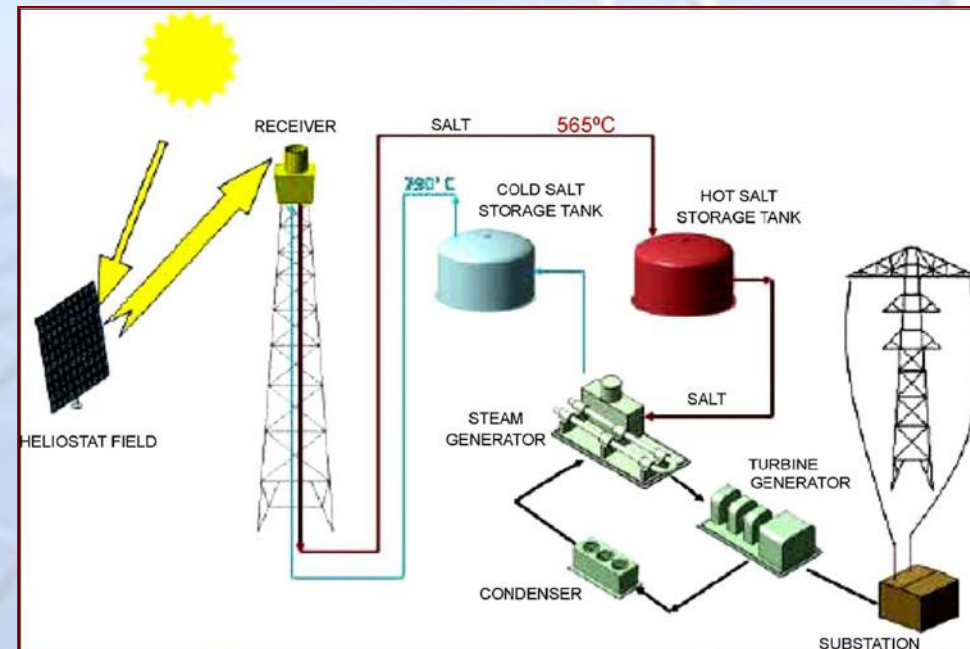
■ Πλεονεκτήματα

- Δεν υπάρχει ενδιάμεσος εναλλάκτης θερμότητας (ταύτιση εργαζόμενου ρευστού-αποθηκευτικού μέσου)
- Λειτουργία σε υψηλότερη θερμοκρασία (έως 550°C)

■ Μειονέκτημα

Υψηλό σημείο πήξης (230°C)

*Εργαζόμενο ρευστό : Λιωμένα Άλατα
Δύο Δεξαμενές*





ΕΚΕΦΕ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ / ΙΠΡΕΤΕΑ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΙΑΚΩΝ & ΑΛΛΩΝ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΗΛΙΟΘΕΡΜΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ ΜΕ ΠΥΡΓΟ

- PS10 – PS20, Ισπανία
(11 MW – 20MW)



Παραγωγή Υπέρθερμου Ατμού:
Μικρής διάρκειας αποθήκευση
(30 min). Νερό υπό πίεση. Σύστημα backup.

- Gemasolar, Ισπανία (19.9 MW)



15 hrs. αποθήκευση

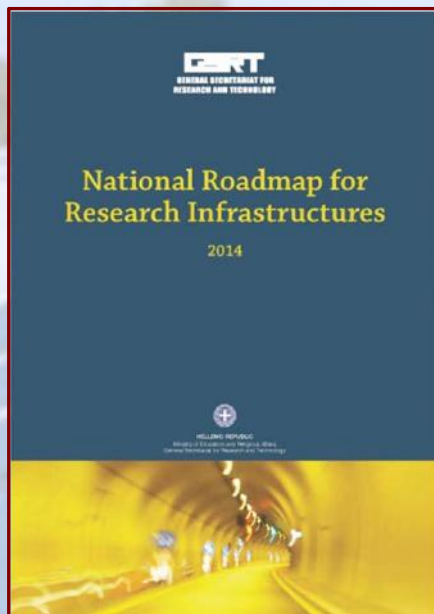


ΕΚΕΦΕ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ / ΙΠΡΕΤΕΑ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΙΑΚΩΝ & ΑΛΛΩΝ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΕΝΤΑΞΗ ως «PROMETHEUS : A Research Infrastructure for the Integrated Energy Chain» : 2 κόμβοι μετά από ομαδοποίηση

Κόμβος ΕΚΕΤΑ
Συστήματα υψηλών
θερμοκρασιών



Κόμβος ΕΚΕΦΕ «Δ»
Συγκεντρωτικά
συστήματα μεσαίων
θερμοκρασιών



ΕΚΕΦΕ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ / ΙΠΡΕΤΕΑ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΙΑΚΩΝ & ΑΛΛΩΝ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΕΥ ΕΚΕΦΕ «Δ» - ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ / ΣΤΟΧΟΙ

Διαμόρφωση πόλου τεχνολογικής & επιστημονικής αριστείας στις τεχνολογίες εκμετάλλευσης της θερμικής ενέργειας από συγκεντρωτικά ηλιακά συστήματα

- **Εστίαση στις τεχνολογίες συγκεντρωτικών θερμικών ηλιακών μεσαίων θερμοκρασιών : αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για την ικανοποίηση θερμικών φορτίων σε θερμοκρασίες στην περιοχή 100°C - 300°C**
- **Δυνητικές Εφαρμογές στον :**
 - Βιομηχανικό Τομέα (Θερμότητα Διεργασιών)
 - Κτιριακό Τομέα (Θέρμανση – Ψύξη)
 - Τουριστικό Τομέα (Ξενοδοχειακές Μονάδες)
 - Γεωργικό Τομέα (ξήρανση, θερμοκήπια)
 - Παραγωγή ηλεκτρισμού από οργανικά κύκλα ισχύος



ΕΚΕΦΕ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ / ΙΠΡΕΤΕΑ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΙΑΚΩΝ & ΑΛΛΩΝ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΩΦΕΛΗ

- Δημιουργία νέων αναπτυξιακών δυνατοτήτων για την ελληνική βιομηχανία —→ μετάβαση στις συγκεντρωτικές τεχνολογίες
- Συνεργασία με ερευνητικές ομάδες από άλλα ινστιτούτα και ΑΕΙ που δραστηριοποιούνται σε συναφείς θεματικές περιοχές
- Βελτίωση του εθνικού ενεργειακού μείγματος στην κατεύθυνση της εντατικότερης αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας



ΕΚΕΦΕ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ / ΙΠΡΕΤΕΑ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΙΑΚΩΝ & ΑΛΛΩΝ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ





ΕΚΕΦΕ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ / ΙΠΡΕΤΕΑ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΙΑΚΩΝ & ΑΛΛΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΠΕ 1. ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ FRESNEL ΓΡΑΜΜΙΚΗΣ ΕΣΤΙΑΣΗΣ

■ Δραστηριότητες στα πλαίσια του Έργου

- Οπτική ανάλυση
- Σχεδίαση συλλέκτη
- Σχεδίαση και κατασκευή δέκτη
- Ενσωμάτωση στον κόμβο

■ Προδιαγραφές

- Επιφ. Ανακλαστήρων 75 m²
- Προβλ. Ισχύς 50 kW_{th}



Ερευνητικά Αντικείμενα

- Εναλλακτικοί σχεδιασμοί του δέκτη : με μονό ή πολλαπλούς σωλήνες, με ή χωρίς κενό
- Εργαζόμενα ρευστά (λάδι, ατμός)
- Μέθοδοι ενίσχυσης της μεταφοράς θερμότητας στον δέκτη (εσωτ. διαμορφώσεις, ένθετα, νανοσωματίδια)
- Υλικά για επιστρώσεις απορροφητή, ανακλαστήρες
- Σύνδεση με μηχανή ORC για παραγωγή ισχύος
- Παραγωγή θερμότητας (με υποβάθμιση) για διεργασίες αφαλάτωσης, ξήρανσης, ψύξης
- Διασύνδεση με αποθηκευτική διάταξη





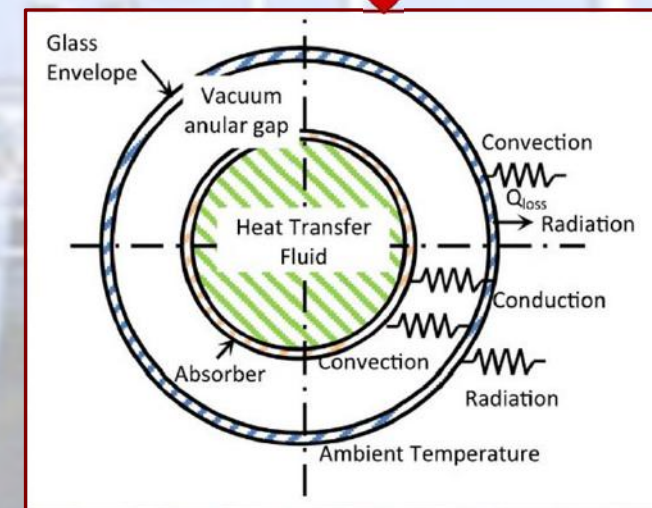
ΕΚΕΦΕ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ / ΙΠΡΕΤΕΑ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΙΑΚΩΝ & ΑΛΛΩΝ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΠΕ2. ΔΙΑΤΑΞΗ ΠΑΡΑΒΟΛΙΚΩΝ ΣΥΛΜΕΚΤΩΝ



**Δέκτης : Μηχανισμοί
μεταφοράς θερμότητας**



Ερευνητικά Αντικείμενα

- Εργαζόμενα ρευστά (λάδι, ατμός)
- Μέθοδοι ενίσχυσης της μεταφοράς θερμότητας στον δέκτη (εσωτ. διαμορφώσεις, ένθετα, νανοσωματίδια)
- Υλικά για επιστρώσεις απορροφητή, ανακλαστήρες
- Σύνδεση με μηχανή ORC για παραγωγή ισχύος
- Παραγωγή θερμότητας (με υποβάθμιση) για διεργασίες αφαλάτωσης, ξήρανσης, ψύξης
- Διασύνδεση με αποθηκευτική διάταξη



ΕΚΕΦΕ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ / ΙΠΡΕΤΕΑ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΙΑΚΩΝ & ΑΛΛΩΝ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΠΕ3. ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

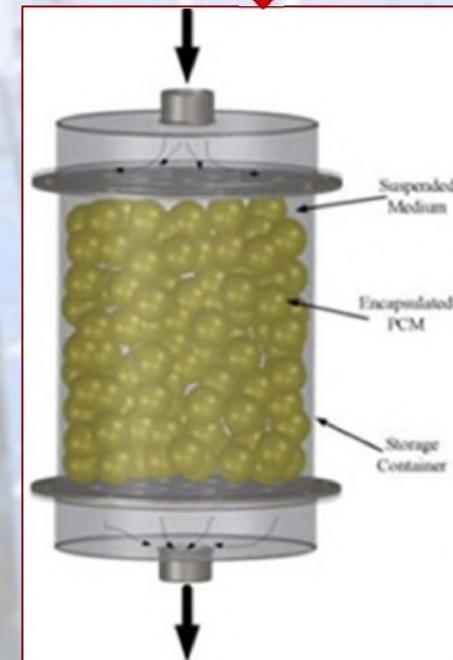
■ Δραστηριότητες στα πλαίσια του Έργου

- Επιλογή αποθηκευτικών μέσων
- Σχεδιασμός / διαστασιολόγηση δεξαμενών
- Διασύνδεση με συλλέκτες και φορτίο

Ερευνητικά Αντικείμενα

- Αναζήτηση κατάλληλων υλικών (αισθητή, λανθάνουσα θερμότητα)
- Χαρακτηρισμός θερμοφυσικών ιδιοτήτων
- Ενθυλάκωση υλικών (κάψουλες PCM)
- Βέλτιστη μεταφορά θερμότητας μεταξύ εργαζόμενου ρευστού-αποθηκευτικού μέσου (εναλλάκτες θερμότητας)

Συμπαγής Κλίνη με
ενθυλακωμένο PCM





ΕΚΕΦΕ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ / ΙΠΡΕΤΕΑ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΙΑΚΩΝ & ΑΛΛΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

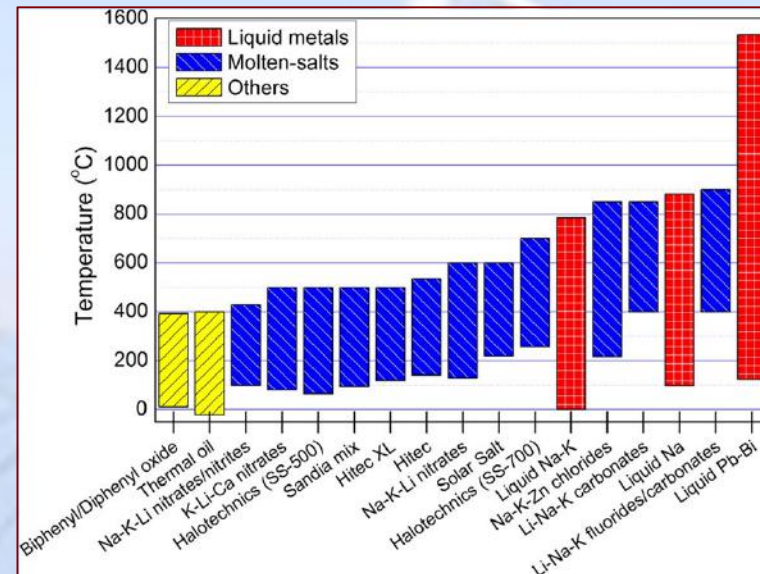
ΠΕ4. ΡΕΥΣΤΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Κατηγορίες

- Αέρας ή άλλο αέριο
- Νερό / ατμός
- Θερμικά λάδια
- Οργανικά ρευστά
- Λιωμένα άλατα
- Υγρά μέταλλα

Μεσαίες Θερμοκρασίες

- Θερμικά λάδια (Therminol, Dowtherm κλπ., μέχρι 400°C)
- Ατμός (DSG, υψηλότερη θερμοκρασία, υψηλές πιέσεις)





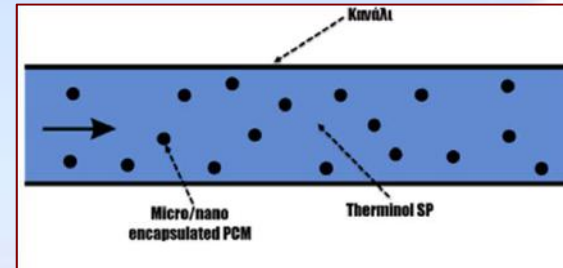
ΕΚΕΦΕ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ / ΙΠΡΕΤΕΑ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΙΑΚΩΝ & ΑΛΛΩΝ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΠΕ4. ΡΕΥΣΤΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Δραστηριότητες στα πλαίσια του Έργου

- Χρήση θερμικού λαδιού ως εργαζόμενο ρευστό
- Βελτίωση θερμοφυσικών ιδιοτήτων με διασπορά σωματιδίων PCM (λανθάνουσα θερμότητα)
- Σύνθεση – χαρακτηρισμός PCM σε ξηρή μορφή
- Παρασκευή πολτού (slurry) - χαρακτηρισμός θερμοφυσικών ιδιοτήτων σε υγρή μορφή



Διασπορά
ενθυλακωμένου
PCM σε λάδι

Ερευνητικά Αντικείμενα

- Νανορευστά με υγρή βάση το λάδι
(η μέχρι σήμερα έρευνα επικεντρωμένη στο νερό)
- Ενθυλάκωση PCM στην μικρο/νανοκλίμακα
- Ομογενοποίηση / ευστάθεια
- Σχεδιασμός διατάξεων απαγωγής θερμότητας,
ενσωμάτωση σε ηλιακό δέκτη





ΕΚΕΦΕ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ / ΙΠΡΕΤΕΑ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΙΑΚΩΝ & ΑΛΛΩΝ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΣΥΝΟΨΗ

- Η συγκεντρωτική ηλιακή ενέργεια μπορεί να αποτελέσει μια αξιόπιστη εναλλακτική λύση για την μεγάλης κλίμακας παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος με μειωμένες εκπομπές ρύπων.
- Μέχρι σήμερα οι σχετικές τεχνολογίες έχουν κατά κύριο λόγο αναπτυχθεί στις ΗΠΑ και την Ισπανία. Τα τελευταία χρόνια αναπτύσσονται η Κίνα, η Ινδία και οι Αφρικανικές χώρες (Μαρόκο).
- Η ανάπτυξη των συγκεντρωτικών ηλιακών συστημάτων προσφέρει μεγάλες δυνατότητες για ερευνητικές δραστηριότητες και ιδιαίτερα στη χώρα μας με το ηλιακό δυναμικό και την βιομηχανία που διαθέτει
- Στόχος των ερευνητικών προσπαθειών είναι η μείωση του κόστους και η αύξηση της διαθεσιμότητας ισχύος με επιμήκυνση της χρήσης της αποθηκευμένης θερμότητας