



**ΚΑΠΕ
CRES**

ΚΕΝΤΡΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ
ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

«Τεχνολογίες Γεωθερμίας»

Δρ Κ. Καρύτσας

Διευθυντής Δ/νσης Α.Π.Ε

25 Νοεμβρίου 2017



ΚΑΠΕ
CRES

ΚΕΝΤΡΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ
ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Αειφόρος ανάπτυξη - Γεωθερμία



Γεωθερμική ενέργεια: Καθαρή & Ανανεώσιμη



Μορφές γεωθερμικής Ενέργειας

➤ Γεωθερμία υψηλής ενθαλπίας:

- Θερμότητα υπόγειων πετρωμάτων & υδάτων θερμοκρασίας **> 150 °C**

➤ Γεωθερμία μέσης ενθαλπίας:

- Θερμότητα υπόγειων πετρωμάτων & υδάτων θερμοκρασίας **90 °C - 150 °C**

➤ Γεωθερμία χαμηλής ενθαλπίας:

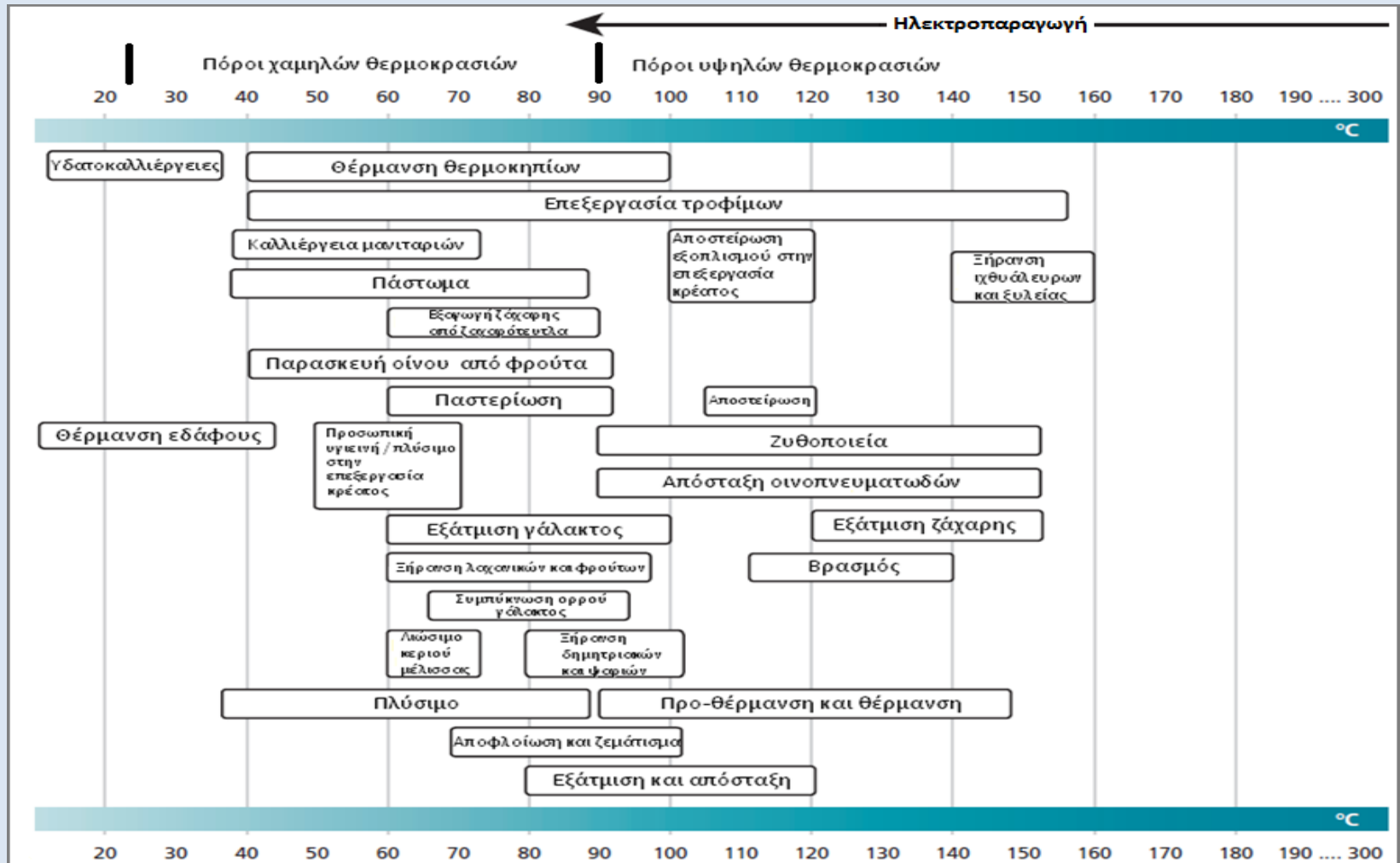
- Θερμότητα υπόγειων πετρωμάτων & υδάτων θερμοκρασίας **25 - 90 °C**

➤ Αβαθής Γεωθερμία:

- Θερμότητα πετρωμάτων μικρού βάθους και επιφανειακών υδάτων **< 25 °C**

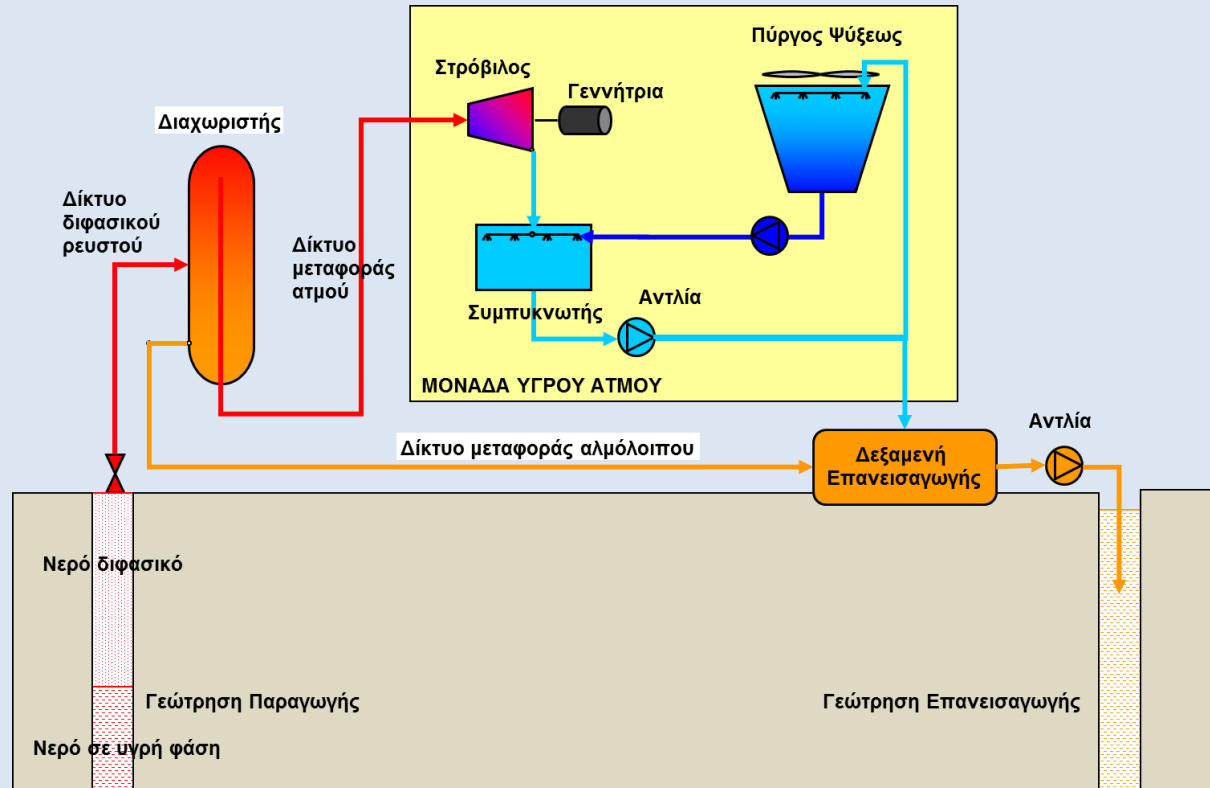


Διάγραμμα Lindal Πηγή: Karytsas C., 2015



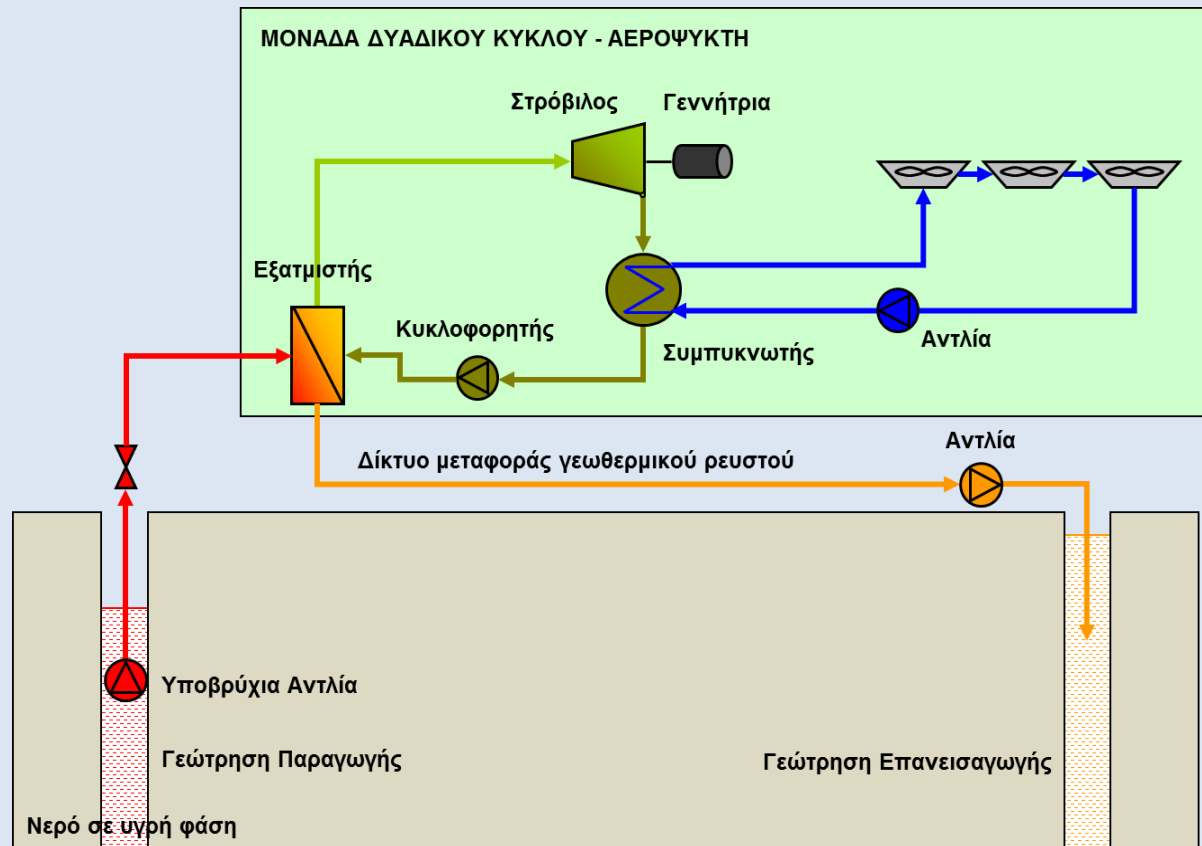
Εφαρμογές ηλεκτροπαραγωγής από γεωθερμία υψηλής ενθαλπίας

Χρήση ξηρού ατμού



Εφαρμογές ηλεκτροπαραγωγής από γεωθερμία μέσης ενθαλπίας

Δυαδικός κύκλος
με χρήση οργανικής
ουσίας



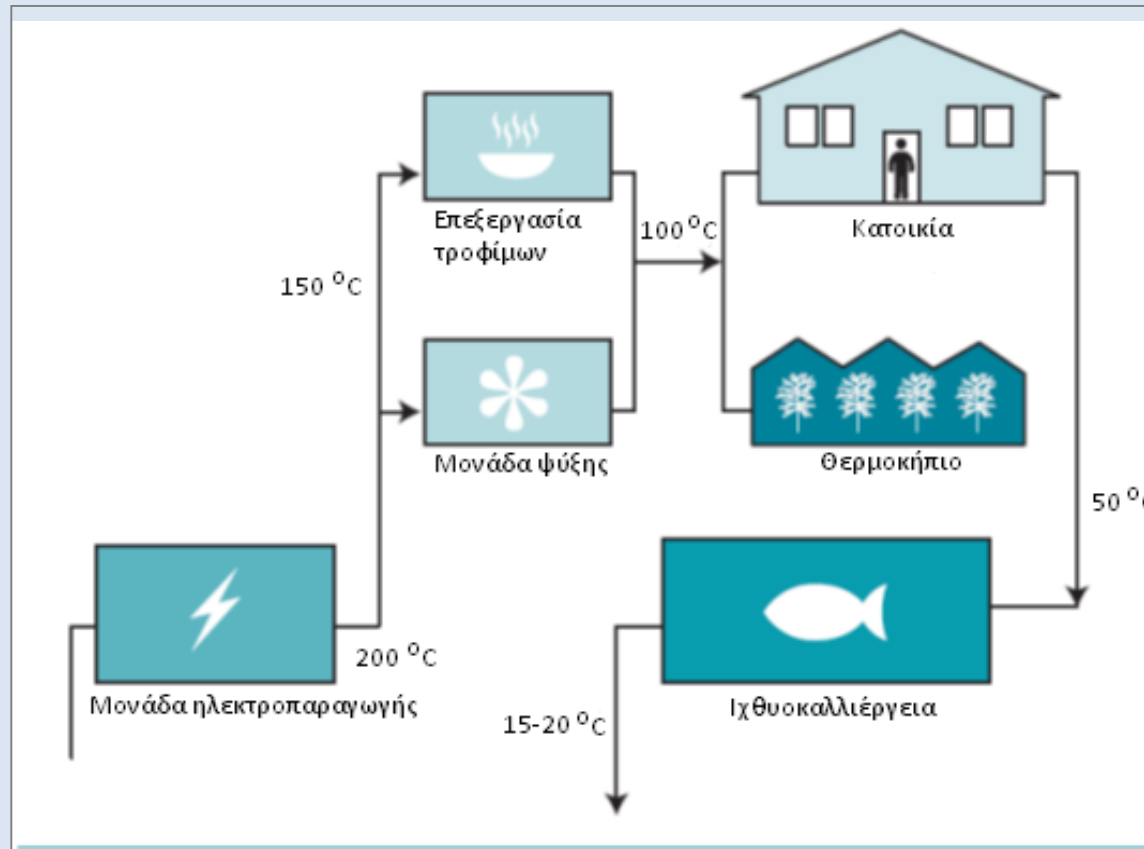


Εφαρμογές άμεσης χρήσης από γεωθερμία χαμηλής ενθαλπίας

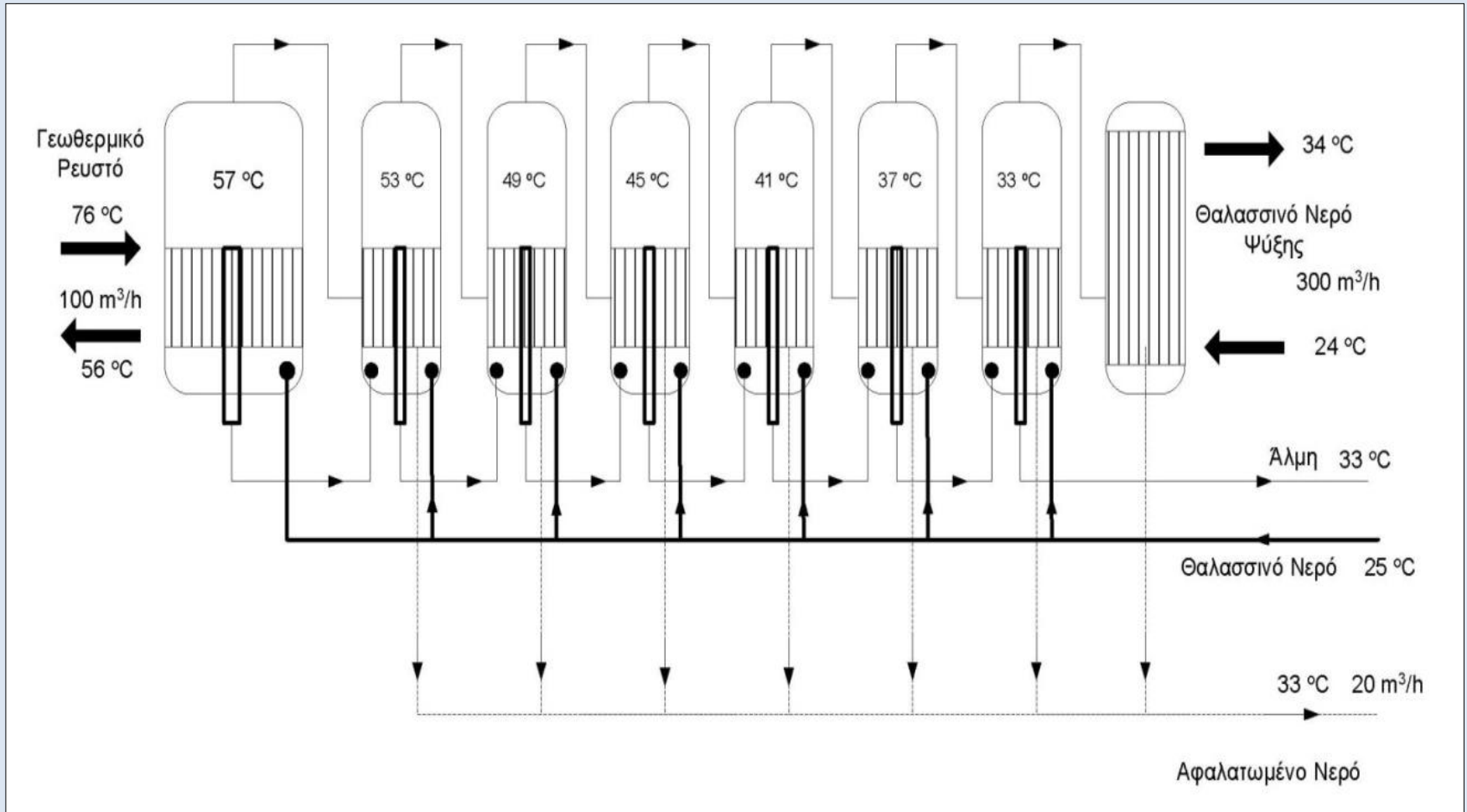
- ❖ Τηλεθέρμανση
- ❖ Αφαλάτωση (π.χ. MED)
- ❖ Αγροτικές χρήσεις (π.χ. Θέρμανση θερμοκηπίων)
- ❖ Υδατοκαλλιέργειες (π.χ. Καλλιέργεια σπιρουλίνας)
- ❖ Θερμικές διεργασίες (π.χ. Ξήρανση προϊόντων)



Εφαρμογές γεωθερμίας εν σειρά (cascade utilisation)



Διάγραμμα ροής μονάδας ΜΕΔ

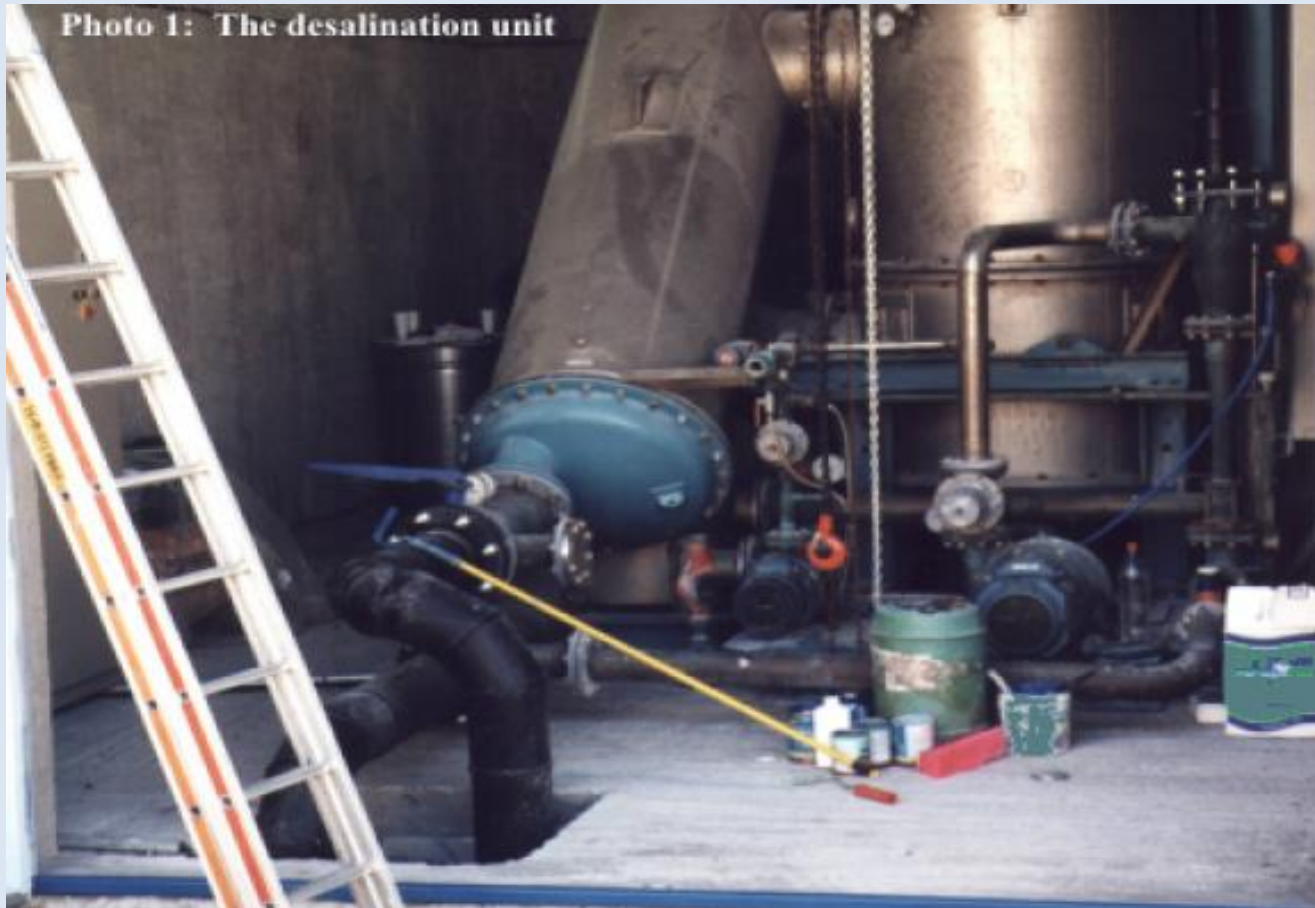




ΚΑΠΕ
CRES

ΚΕΝΤΡΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ
ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Πρωτότυπη μονάδα Γεωθερμικής Αφαλάτωσης MED στα Πράσσα Κιμώλου (Top Brine $T = 61,5$ C)





ΚΑΠΕ
CRES

ΚΕΝΤΡΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ
ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Αγροτικές χρήσεις

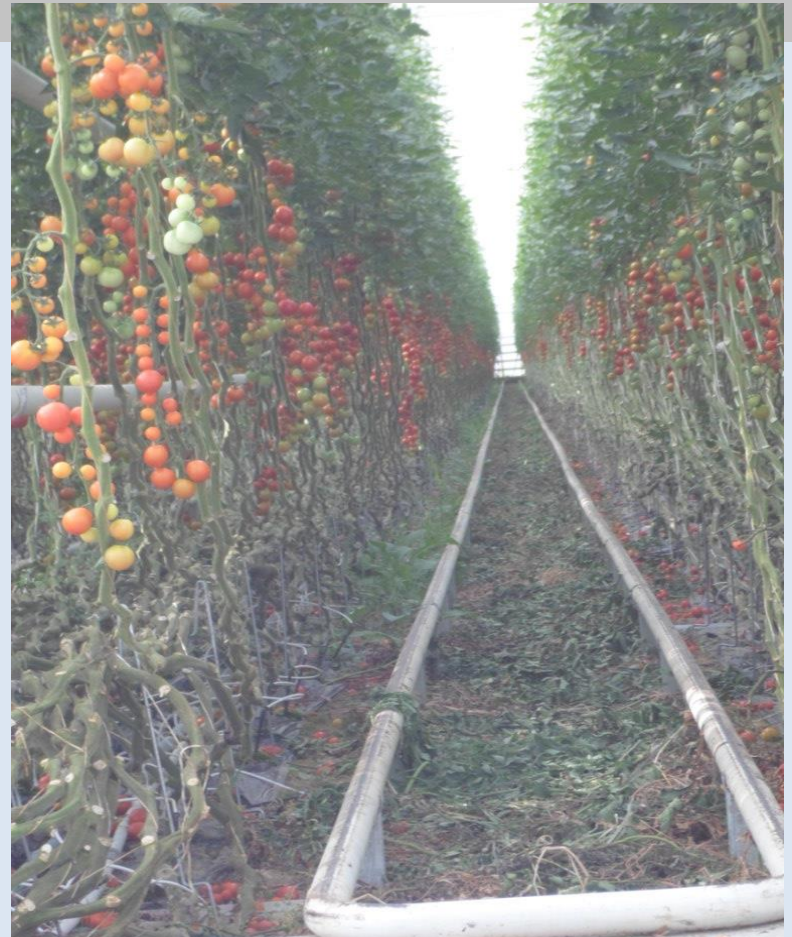
Θερμοκήπιο





**ΚΑΠΕ
CRES**

ΚΕΝΤΡΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ
ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ







ΚΑΠΕ
CRES

ΚΕΝΤΡΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ
ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Αγροτικές χρήσεις

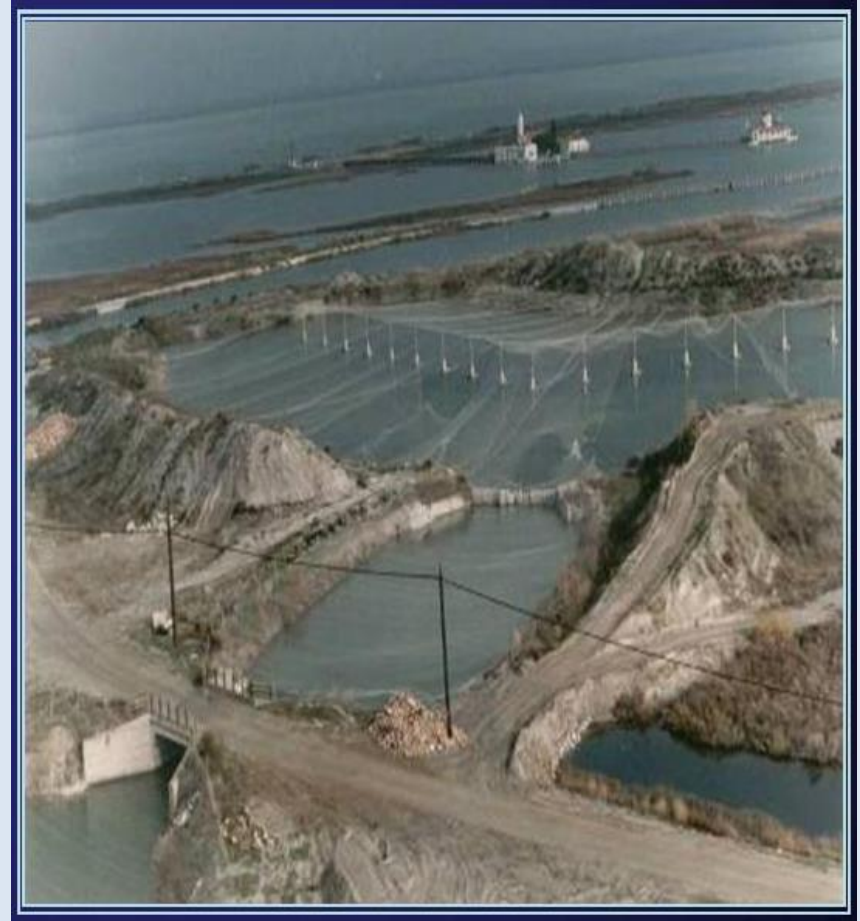




ΚΑΠΕ
CRES

ΚΕΝΤΡΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ
ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Υδατοκαλλιέργειες



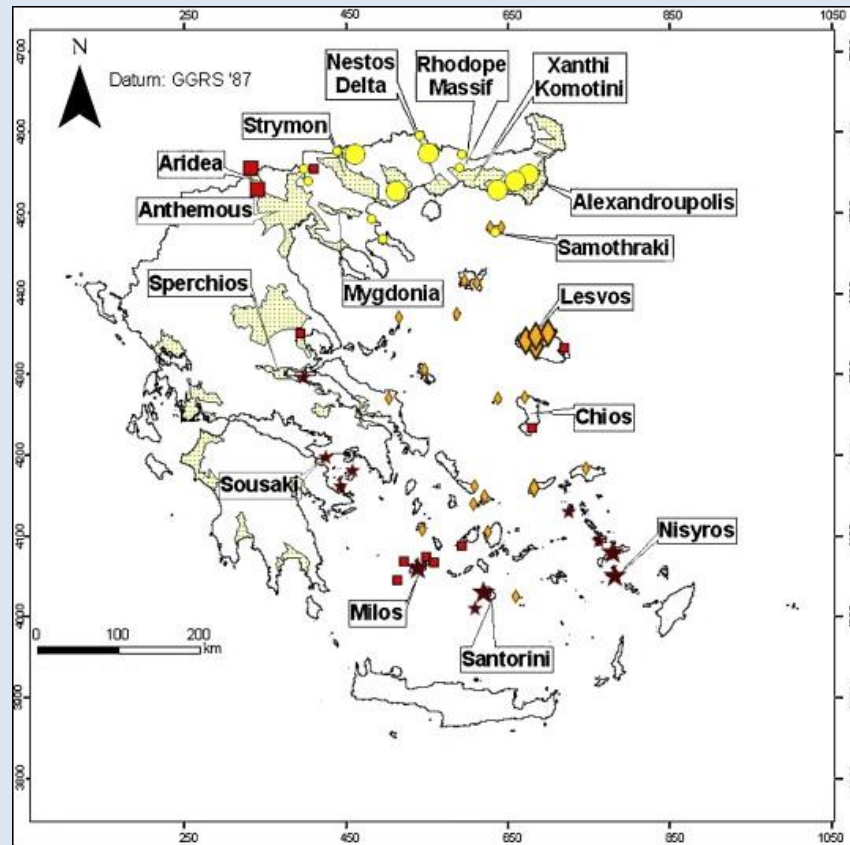


Θερμικές διεργασίες

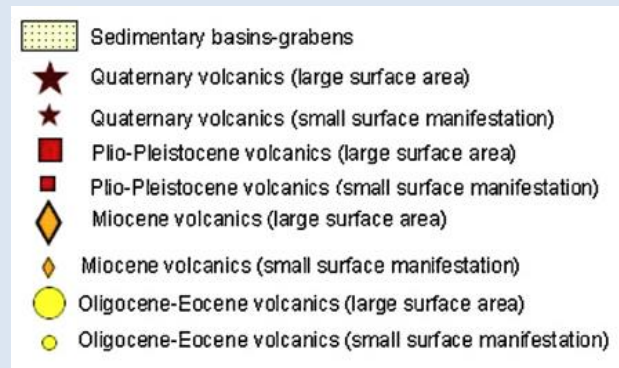
Ξήρανση προϊόντων



Γεωθερμικός χάρτης Ελλάδας



Πηγή: <http://greekchesspolitics.wordpress.com>



D. Mendrinos et al., 2010

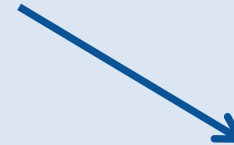


Γεωθερμικό δυναμικό

Μεσοπρόθεσμος σχεδιασμός



Στόχος



Ηλεκτροπαραγωγή

Θερμικές χρήσεις



500 MW_e



1.200 MW_{th}



Γεωθερμικό δυναμικό

Χαρακτηριστικά

- ✓ Φορτίο βάσης – απολήψιμη 24/7 όλο το έτος
- ✓ Απ' ευθείας αντικατάσταση λιγνιτικών ή πετρελαϊκών μονάδων
- ✓ Υποστήριξη περαιτέρω ανάπτυξης συστημάτων στοχαστικών μορφών ΑΠΕ (άνεμος-ήλιος), ιδίως σε μη διασυνδεδεμένα νησιά
- ✓ Αποκεντρωμένη πηγή ενέργειας (διάσπαρτη σε όλη των χώρα)



Γεωθερμικό δυναμικό

Άμεσα οφέλη από ηλεκτροπαραγωγή

- ✓ Δημιουργία τουλάχιστον 1.000 νέων άμεσων θέσεων εργασίας
- ✓ Παραγωγή άνω των 4.000 GWh_e ετησίως (με λειτουργία 90%)
- ✓ Ετήσια εξοικονόμηση περίπου 1.150.000 ΤΙΠ
- ✓ Ετήσια μείωση εκπομπών άνω των 3.600.000 TCO₂



Γεωθερμικό δυναμικό

Άμεσα οφέλη από θερμικές χρήσεις

- ✓ Δημιουργία τουλάχιστον 1.800 νέων άμεσων θέσεων εργασίας
- ✓ Παραγωγή άνω των 2.000 GWh_{th} ετησίως (με λειτουργία 20%)
- ✓ Εξασφάλιση θέρμανσης θερμοκηπίων με τιμή OPEX μικρότερο των 0,5 cent €/kWh_{th}
- ✓ Ετήσια εξοικονόμηση περίπου 200.000 ΤΙΠ
- ✓ Ετήσια μείωση εκπομπών άνω των 600.000 TCO₂



Εφαρμογές άμεσης χρήσης από αβαθή γεωθερμία

Αβαθής γεωθερμία

Παρέχει στα κτίρια



- ✓ Θέρμανση ή/και
- ✓ ψύξη ή/και
- ✓ ζεστό νερό χρήσης

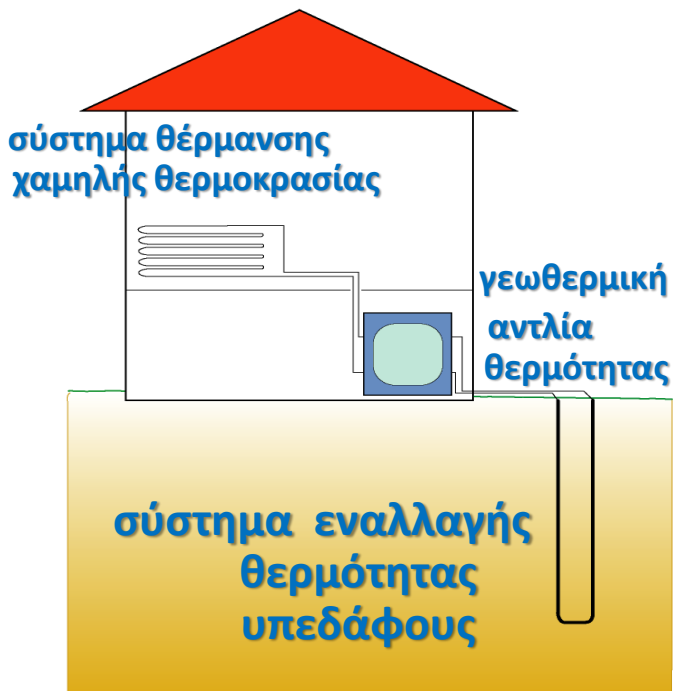


με αναστρέψιμη αντλία θερμότητας και με τη χρήση του υπεδάφους ως πηγή/αποδέκτη θερμότητας



Γεωθερμικές Αντλίες Θερμότητας (ΓΑΘ)

Χειμώνας - Θέρμανση



Α
Ρ
Χ
Η
Λ
Ε
Ι
Τ
Ο
Υ
Ρ
Γ
Ι
Α
Σ

Καλοκαίρι - Ψύξη





**ΚΑΠΕ
CRES**

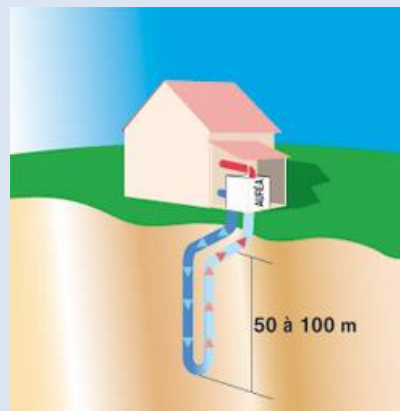
ΚΕΝΤΡΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ
ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Κλειστό κύκλωμα εναλλαγής θερμότητας

**Οριζόντιοι
γεωεναλλάκτες**

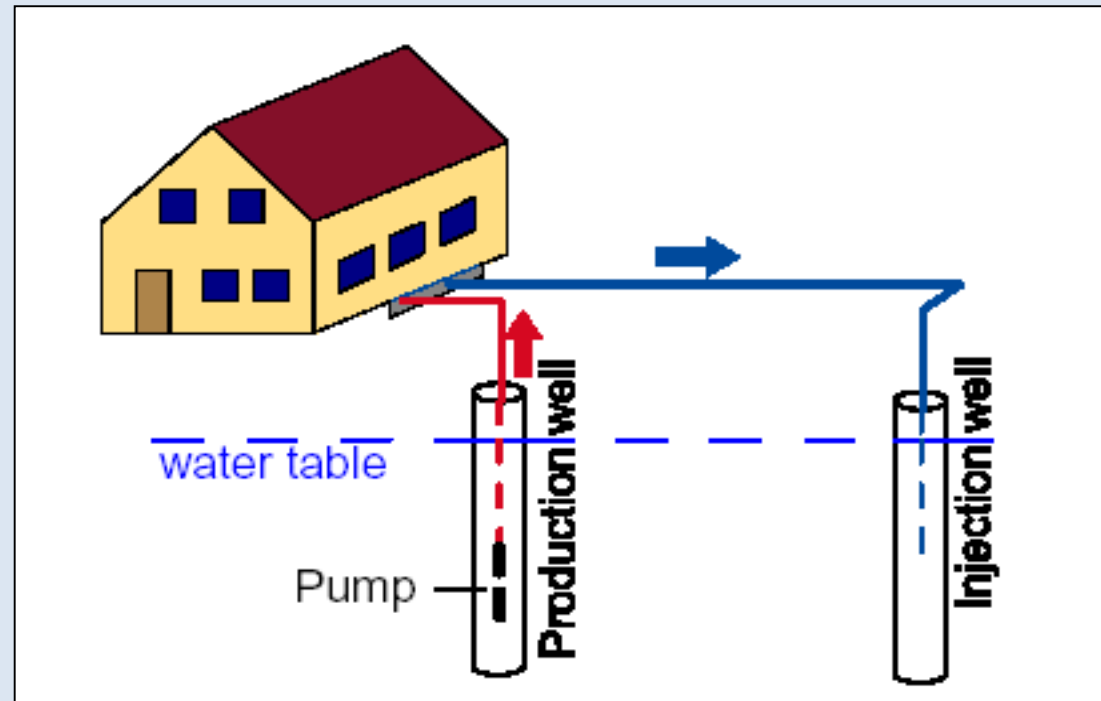


**Κατακόρυφοι
γεωεναλλάκτες**



Ανοικτό κύκλωμα εναλλαγής θερμότητας

Υδρογεωτρήσεις
(λίμνη, θάλασσα,
ποτάμι κλπ.)





Ενεργειακό & οικονομικό όφελος από ΓΑΘ

Ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας και χρημάτων	
Ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας από ΓΑΘ (kWh _{th})	14.696
Ποσοστό ετήσιας εξοικονόμησης ενέργειας της ΓΑΘ σε σχέση με συμβατικό σύστημα (%)	23,95
Ετήσια εξοικονόμηση (ΤΙΠ)	1,40
Ετήσια μείωση εκπομπών (TCO ₂)	4,49
Ετήσιο κόστος συστήματος ΓΑΘ (λειτουργίας και συντήρησης) (€)	1.912
Ετήσιο κόστος συμβατικού συστήματος (λειτουργίας και συντήρησης) (€)	5.585
Ετήσιο οικονομικό όφελος από τη λειτουργία της ΓΑΘ (€)	3.673
Ποσοστό ετήσιας μείωσης κόστους από τη λειτουργία του συστήματος ΓΑΘ (%)	65,77

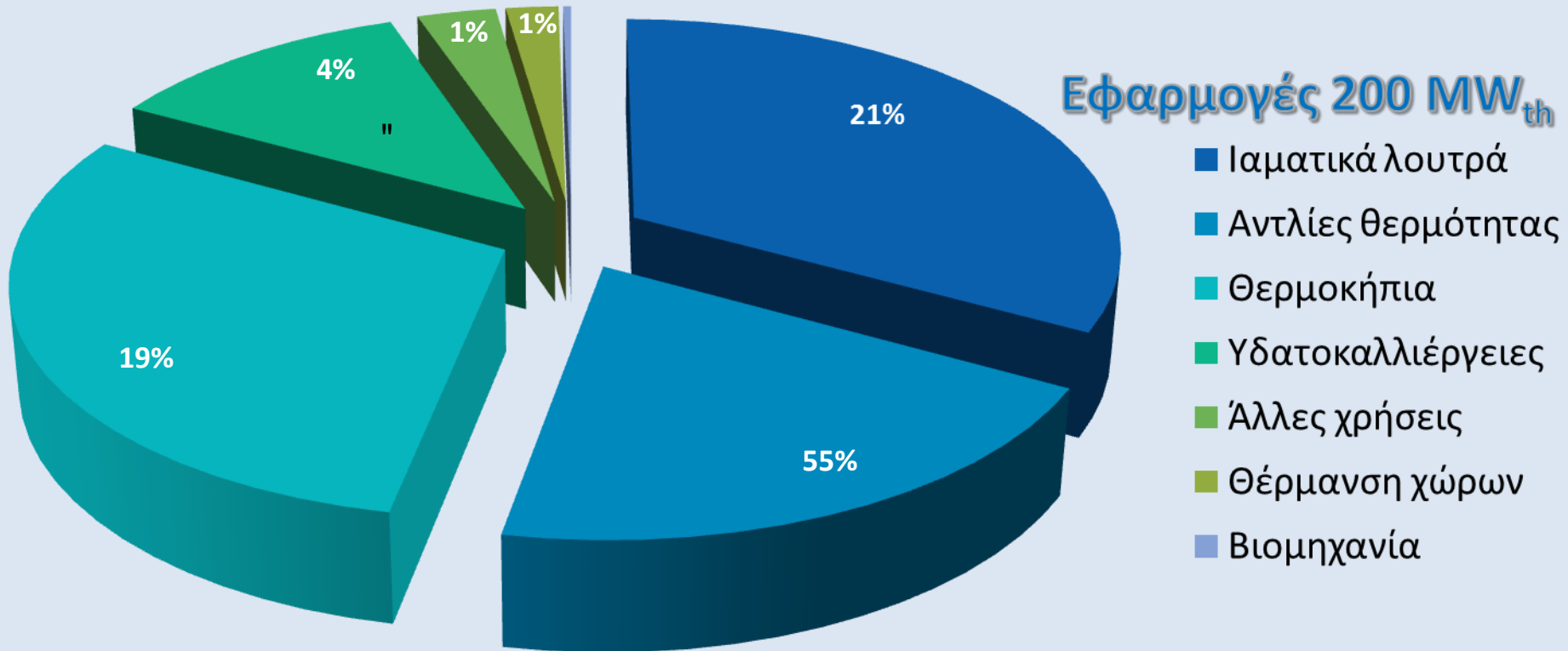


Θερμικές Χρήσεις Γεωθερμίας στην Ελλάδα (2016)

Χρήση	Εγκατεστημένη ισχύς (MWt)
Θέρμανση χώρων	1,65
Θέρμανση θερμοκηπίων	38,38
Θέρμανση εδαφών	4,42
Υδατοκαλλιέργειες	1,26
Ιχθυοκαλλιέργειες	0,05
Ξήρανση αγροτικών προϊόντων	0,58
Λουτρά και κολύμβηση	42,42
Γεωθερμικές Αντλίες Θερμότητας	111,24
Σύνολο	200,00



Υφιστάμενη κατάσταση στην Ελλάδα





ΚΑΠΕ
CRES

ΚΕΝΤΡΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ
ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Ευχαριστώ για την προσοχή σας

www.cres.gr
kkari@cres.gr