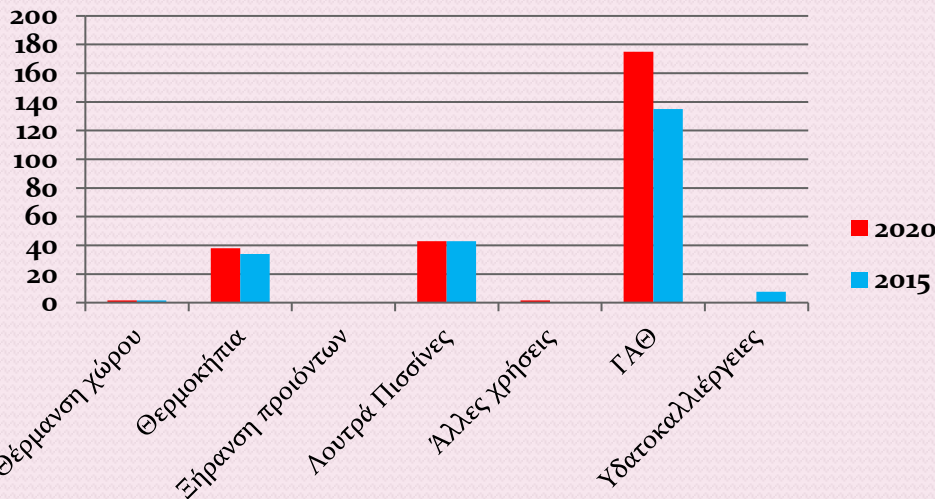


Άμεσες χρήσεις

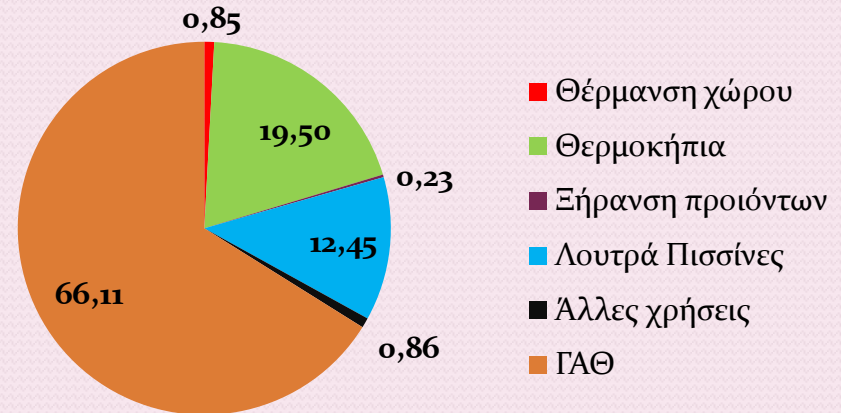
Οι κυριότερες άμεσες εφαρμογές της γεωθερμίας μπορούν να ταξινομηθούν στις κατηγορίες:

- θέρμανση χώρων,
- θερμοκήπια, θέρμανση εδάφους,
- Ξήρανση αγροτικών προϊόντων,
- υδατοκαλλιέργειες,
- βιομηχανικές χρήσεις,
- λουτροθεραπεία (και θέρμανση πισινών και θεραπευτικών μονάδων)
- Γεωθερμικές αντλίες θερμότητας (ΓΑΘ).
- και άλλες χρήσεις

MWt



% TJ/έτος (2087,52)



Άμεσες χρήσεις στην Ελλάδα

Θερμοκήπια και θέρμανση εδάφους

Συνολικά 32 χώρες παγκόσμια αναφέρουν γεωθερμική θέρμανση θερμοκηπίου (με τις κορυφαίες χώρες στην ετήσια σε παραγόμενη ενέργεια (TJ / έτος) να είναι η Τουρκία, η Κίνα, η Ολλανδία, η Ρωσία και η Ουγγαρία, αντιπροσωπεύοντας περίπου το 83% του παγκόσμιου συνόλου.

Οι κύριες καλλιέργειες που καλλιεργούνται σε θερμοκήπια είναι λαχανικά και λουλούδια. Ωστόσο επίσης αναπτύσσονται, δενδρύλλια δέντρων, κάκτοι και φρούτα.

Έχει αναφερθεί καλυμμένη θέρμανση εδάφους στην Ισλανδία (λαχανικά κυρίως μαρούλια) και στην Ελλάδα (σπαράγγια), χρησιμοποιώντας γεωθερμικές αντλίες θερμότητας.

Δεδομένου ότι η **εργασία** είναι ένα από τα σημαντικότερα κόστη αυτού του τομέα, οι αναπτυσσόμενες χώρες έχουν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα σε σύγκριση με περισσότερες ανεπτυγμένες χώρες

ΟΛΛΑΝΔΙΑ

Ένα ακόμα πρόσφατο επιτυχημένο παράδειγμα προέρχεται από την Ολλανδία.

Ο Ολλανδικός τομέας κηπουρικής είναι ένας από τους πυλώνες στήριξης της οικονομίας, και η Ολλανδία έχει δώσει προτεραιότητα στη γεωθερμική ενέργεια για την ελαχιστοποίηση της εξάρτησης από το φυσικό αέριο.

Η ανάπτυξη της γεωθερμικής θερμότητας αυξάνεται συνεχώς. Στις αρχές της δεκαετίας του 2000 δεν υπήρχε ικανό πλαίσιο πολιτικής για τη γεωθερμική ενέργεια στην Ολλανδία.

Η κυβέρνηση στη συνέχεια στα χρόνια που ακολούθησαν ανέπτυξε ένα σχέδιο για τη γεωθερμία και έτσι τέθηκε σε εφαρμογή ένας συνδυασμός συμπληρωματικών μέτρων για τη διευκόλυνση της εκτέλεσης των έργων.

Από το 2007 στην Ολλανδία, άρχισαν να κατασκευάζονται 18 από τα 19 έργα που ήδη λειτουργούσαν το 2017.

Το 2017 ήταν αφιερωμένο στη θέρμανση των εμπορικών Θερμοκηπίων, που σε συνδυασμό με τη άριστη τεχνογνωσία και τη καλή γνώση των γεωλογικών συνθηκών της χώρας, έχει διευκολύνει πάρα πολύ την άνθηση της γεωθερμικής ενέργειας τα τελευταία χρόνια.



Θερμοκήπια στην Ολλανδία



ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΟΛΑΝΔΙΑΣ - ΕΛΛΑΔΑΣ

| Τοποθεσία | Bleiswijk Ολλανδία | Ν. Εράσμιο Ξάνθη |
|--|-----------------------|----------------------------|
| Έκταση Θερμοκηπίου | 70 στρ. | 80 στρ. |
| Γεωτρήσεις | 2 x 2.300 m. | (4 X 200 m.) |
| Κόστος Εγκατάστασης | € 5.000.000 | € 500.000 |
| Παροχή | 150 m ³ /h | 400 m ³ /h |
| Θερμοκρασία | 60°C | 60°C |
| Στάθμη άντλησης | 350 m | 55-57 m. |
| Παραγόμενη Θερμική Ενέργεια (Kcal/h) | 4.500.000 (40%) | 12.000.000 (85%) (>95%) |
| Περίοδος Απόσβεσης | 7 χρόνια | <5 μήνες |

ΙΣΛΑΝΔΙΑ

- Η Ισλανδία είναι ένα πολύ γνωστό παράδειγμα από τις 82 χώρες που αναφέρουν έργα άμεσης χρήσης σε λειτουργία.
- Στο δεύτερο μισό του 20^{ου} αιώνα, η χώρα γνώρισε εξαιρετικά την οικονομική ανάπτυξη που εν μέρει ενεργοποιήθηκε με την ανάπτυξη της αποδοτικής γεωθερμικής ενέργειας.
- Διευκολύνθηκε από τις εξαιρετικές γεωλογικές συνθήκες της χώρας, γεωθερμικά έργα συνέβαλαν στο σημαντικό ενεργειακό μετασχηματισμό.
- Έχοντας φτάσει τη δεκαετία του 1940, στο 80% να εξαρτώνται από εισαγόμενο πετρέλαιο και άνθρακα, η Ισλανδία προμηθεύεται πλέον, σχεδόν το 100% των απαιτήσεων σε ενέργεια και θέρμανση από εγχώριες ανανεώσιμες πηγές.
- Το 2017, η γεωθερμική ενέργεια έφτασε το 27% και το 90% στη ζήτηση ρεύματος και θέρμανσης αντίστοιχα
- Για αιώνες οι κύριες οικονομικές δραστηριότητες της **Ισλανδίας** ήταν η γεωργία και η αλιεία, ενώ η βασική διατροφή τους αποτελείτο κυρίως από ψάρια και κρέας.
- Προς τα τέλη του 19^{ου} αιώνα, οι αγρότες ανακάλυψαν ότι τα θερμότερα εδάφη ήταν περισσότερα παραγωγικά,
- Αυτό οδηγεί το 1924 στην δημιουργία του πρώτου θερμοκηπίου που χρησιμοποίησε γεωθερμική ενέργεια.
- Τον τελευταίο αιώνα, η γεωθερμική ενέργεια χρησιμοποιείται για την αύξηση της διαθεσιμότητας των λαχανικών, όπως ντομάτες, αγγούρια, πιπεριές, καρότα, λάχανα, φράουλες καιμανιτάρια.
- Η κηπουρική του θερμοκηπίου στην Ισλανδία έχει γίνει όλο και πιο υψηλής τεχνολογίας όσον αφορά τη θερμότητα, την υγρασία, τον έλεγχο διοξειδίου του άνθρακα και το φωτισμό.
- Τα τοπικά παραγόμενα τρόφιμα στην Ισλανδία είναι πλέον άφθονα, και σε ορισμένες γεωθερμικές τοποθεσίες έχουν γίνει επίσης τουριστικά αξιοθέατα.



Θερμοκήπια στην Ισλανδία



➤ Θερμοκήπια και θέρμανση

Τρόποι θέρμανσης

- Με τη θέρμανση του αέρα του θερμοκηπίου με εναλλάκτη αέρα-γεωθερμικού νερού ή νερού λειτουργίας. Ο θερμός αέρας διοχετεύεται σε όλο το θερμοκήπιο, συνήθως με διάτρητο πλαστικό αγωγό,.
- Βασικό μειονέκτημα της μεθόδου είναι η ανομοιόμορφη κατανομή της θερμοκρασίας μέσα στο θερμοκήπιο, με τη θερμοκρασία να είναι υψηλότερη στο ανώτερο μέρος του, δηλαδή μακριά από τα φυτά.
- Με τοποθέτηση θερμαντικών σωμάτων στα πλευρικά τοιχώματα του θερμοκηπίου.
- Με ψεκασμό της οροφής του θερμοκηπίου με γεωθερμικό υγρό ή διέλευση υγρού στα διπλά τοιχώματα της οροφής (κυρίως για αντιπαγετική προστασία). Χρησιμοποιούνται σπάνια γεωθερμικά νερά και μόνο με πολύ χαμηλή αλατότητα.
- Με συνδυασμό των προηγούμενων τρόπων.

Θέρμανση με Σακούλες» PE



**Θέρμανση
με μεταλλικούς αγωγούς με πτερύγια**



Εναέριες σωλήνες θέρμανσης

ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ

- Η θέρμανση των θερμοκηπίων με γεωθερμικό ρευστό βοηθά στη διατήρηση σταθερής θερμοκρασίας, με αποτέλεσμα πιο αποδοτική καλλιέργεια και ταχύτερα αναπτυσσόμενα φυτά.
- Υπάρχουν διάφορες τεχνικές που χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση θερμοκηπίων με γεωθερμικό ρευστό. Αυτές περιλαμβάνουν πλαστικούς σωλήνες, σωλήνες με πτερύγια, θερμαντήρες εδάφους ή θερμαντήρες μονάδων.
- Αυτά τα μέρη μπορούν να συνδυαστούν ανάλογα με τη θερμοκρασία του ρευστού και τις προτιμήσεις του καλλιεργητή και των φυτών.
- Για παράδειγμα, ένας καλλιεργητής που παράγει **τριαντάφυλλα** θα ήθελε να δημιουργήσει ένα σύστημα θέρμανσης με καλή κυκλοφορία αέρα και χαμηλή υγρασία.
- Ένας καλλιεργητής που παράγει **τροπικά φυτά** θα μπορούσε να προσαρμόσει το σύστημα για να δημιουργήσει υψηλή υγρασία και υψηλές θερμοκρασίες εδάφους.
- Οι Κινέζοι καλλιεργητέςμανιταριών shiitake στην επαρχία Fujian χρησιμοποιούν γεωθερμική θερμότητα σε ένα θερμοκήπιο για να επιταχύνουν τον χρόνο παραγωγής.
- Δύο μεγάλα θερμοκήπια στην Bahía Blanca της Αργεντινής, χρησιμοποιούν γεωθερμικούς σωλήνες θαμμένους ακριβώς κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, όπου η θερμότητα από το νερό φτάνει εύκολα στις ρίζες των φυτών.
- Η Bahía Blanca έχει ευμετάβλητο κλίμα και δεν είναι θεωρείται καλή τοποθεσία για υπαίθρια γεωργία, αλλά τα θερμοκήπιά της με γεωθερμία είναι πολύ παραγωγικά και αξιόπιστα.

Στο Τατζικιστάν

- Το μεγάλο υψόμετρο και το κλίμα που επικρατεί προκαλούν μοναδικές φυσιολογικές και βιολογικές ιδιότητες στα τοπικά φυτά και στα ζώα, αλλά όμως οι κλιματολογικές συνθήκες περιορίζουν την παραγωγή.
- Το Τατζικιστάν έχει μοναδικές θερμές- μεταλλικές πηγές, που βρίσκονται στην ψηλή ορεινή επικράτεια κυρίως στο νοτιοδυτικό και νοτιοανατολικό Παμίρ
- Ένα θερμοκήπιο στο χωριό Jelondi, στην περιοχή Shughnan (3.580 μέτρα) ιδρύθηκε πριν από τρία χρόνια σε πειραματική βάση.
- Οι κύριοι στόχοι αυτού του έργου ήταν:
 - (1) Η δημιουργία ενός παραγωγικού θερμοκηπίου που θα χρησιμοποιεί τη γεωθερμική πηγή ζεστού νερού για θέρμανση.
 - (2) Δοκιμή και επίδειξη της παραγωγής λαχανικών και της πτηνοτροφίας σε συνθήκες θερμοκηπίου. και
 - (3) Να χρησιμοποιεί οριακή γη και γεωθερμικούς πόρους για την παραγωγή τροφίμων.
- Η κατασκευή του θερμοκηπίου ολοκληρώθηκε πλήρως τον Απρίλιο του 2019
- Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα λαχανικά μπορούν να αναπτυχθούν σε μεγάλα υψόμετρα χρησιμοποιώντας γεωθερμική θέρμανση και **σχεδόν 700 κιλά λαχανικών παρήχθησαν σε διάστημα 4 μηνών**, παρά τις δύσκολες περιβαλλοντικές συνθήκες
- Το αρχικό αποτέλεσμα ήταν ενθαρρυντικό καθώς τα πουλερικά πέτυχαν σημαντική ανάπτυξη και σωματικό βάρος μέσα σε 1,5 μήνα.
- «Τα ευρήματα αποκαλύπτουν ότι οι διαθέσιμοι γεωθερμικοί πόροι των πηγών ζεστού νερού σε περιοχές μεγάλου υψομέτρου έχουν μεγάλες δυνατότητες να βοηθήσουν στην παραγωγή τροφίμων με ελάχιστο κόστος όλο το χρόνο»,

Θερμοκήπιο στο χωριό Jelondi του Τατζικιστάν , στην περιοχή Shughnan (3.580 μέτρα)



Ενδεικτικές εφαρμογές στην Ελλάδα

Θερμοκήπια και θέρμανση εδάφους με επιδαπέδιες σωλήνες

Γεωθερμικά Θερμοκήπια:

- Ν. Θεσσαλονίκης: Λαγκαδάς, Ν. Απολλωνία
- Ν. Σερρών: Νιγρίτα, Σιδηρόκαστρο
- Ν. Λέσβου: Πολιχνίτος, Γέρας
- Μήλος

-Καλυπτόμενη επιφάνεια: ~ 340 στρέμματα
Λαχανικά, λουλούδια, φυτά σε γλάστρες

Τα περισσότερα με νερά < 50°C



Γεωθερμικά θερμοκήπια στη Βόρεια Ελλάδα (Μυγδονία-Νιγρίτα)



ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ ΜΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΗ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ (Οι Υπερκατασκευές)



- Υλικό Κάλυψης: Γυαλί - Πλαστικό
- Ύψος Οροφής: 6,0 – 7,0 μ.
- Λίπανση – Θρέψη: Υδροπονία
- Φυτοπροστασία: Ελεγχόμενη

Μονάδα 185 στρμ. τομάτας και αγγουριών λειτουργεί από τις αρχές του 2014 στο Νέο Εράσμιο Ξάνθης με αξιοποίηση γεωθερμικής ενέργειας κατά 100%.

Μακράν η πιο σημαντική γεωθερμική επένδυση που έγινε ποτέ στην Ελλάδα (προϋπολογισμός 11.000.000 €).

230 εργαζόμενοι διαφόρων ειδικοτήτων

- Περίοδος Παραγωγής: 10-11 μήνες/έτος
- Παραγωγικότητα: 40.000 Kg/στρμ./έτος (περίπτωση ντομάτας)
- Κόστος Κατασκευής: >100.000 €/στρμ.
- CO₂: Ελεγχόμενη Ατμόσφαιρα

Θερμαντικές ανάγκες ενός θερμοκηπίου (για τυπικές τιμές της ειδικής θερμότητας και της πυκνότητας του αέρα)

$$q = (U \times A + 0,3 \times n \times V)(T_i - T_o)$$

U =Ο ολικός συντελεστής μεταφοράς θερμότητας για διάφορα υλικά κάλυψης (W/m^2K)

A = Η συνολική επιφάνεια του υλικού κάλυψης

V = Ο όγκος του θερμοκηπίου

n =Αριθμός εναλλαγών του αέρα ($1/h$)

T_i = Η επιθυμητή θερμοκρασία του θερμοκηπίου

T_o = Η εξωτερική θερμοκρασία

| Υλικό | U, $W/m^2 K$ |
|----------------------------------|--------------|
| Απλό γυαλί | 6-8 |
| Απλό πλαστικό PE | 6-8 |
| Διπλό πλαστικό PE | 3-5 |
| Διπλό γυαλί και θερμοκουρτίνα | 2,5-4 |
| Διπλό πλαστικό και θερμοκουρτίνα | 2-3 |

$$q = m \times \Delta T \times c_p$$

Θέρμανση εδάφους (20°C-40°C)

Σε σταθερό χώμα η θερμοκρασία αυξάνει τις αποδόσεις και δημιουργεί τις προϋποθέσεις έτσι ώστε να είναι δυνατή η παράταση της καλλιεργητικής περιόδου.

Θέρμανση εδάφους χρησιμοποιείται, για παράδειγμα, για την καλλιέργεια καρότων και λάχανων, σπαραγγιών.

ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΕΛΔΑΦΟΥΣ

ΠΡΩΙΜΗ ΦΥΤΕΙΩΝ ΠΡΑΣΙΝΟΥ ΣΠΑΡΑΓΓΙΟΥ ΚΑΙ ΦΥΛΛΩΔΩΝ ΛΑΧΑΝΙΚΩΝ



**ΠΡΩΙΜΗΣΗ ΦΥΤΕΙΩΝ
ΠΡΑΣΙΝΟΥ ΣΠΑΡΑΓΓΙΟΥ
ΜΕ ΥΠΕΔΑΦΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ**

Αγωγοί PP Φ28 τοποθετημένοι σε
βάθος 20-25 cm.



ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΦΥΤΕΙΩΝ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ (romana) ΣΕ ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ
Ταινία άρδευσης (τυφλή) Φ17 σε διάταξη allez-retour



**Καλλιέργεια Μαρουλιού
σε ημί-ψηλα toll**



Θερμοκήπια και θέρμανση εδάφους

Θέρμανση εδάφους για προΐμιση
σπαραγγιών:

Νυμφόπετρα Θεσσαλονίκης

Ν. Εράσμιο Ξάνθης Μυρωδάτο Ξάνθης

Χρυσούπολη Καβάλας (με ανοικτό σύστημα
γ/θ αντλιών Θερμότητας)

-Καλυπτόμενη επιφάνεια: ~ 200 στρέμματα

-Μεγάλα περιθώρια ανάπτυξης με ενίσχυση
του αγροτικού εισοδήματος



Θέρμανση εδάφους με γεωθερμία (πρωίμηση λαχανικών)



Νέο
Εράσμιο



Νυμφόπετρα

Ξήρανση τροφίμων/καλλιεργειών (περίπου 60°C έως 100°C)

Χαμηλής έως μεσαίας θερμοκρασίας γεωθερμικοί πόροι μπορούν να μειώσουν τη κατανάλωση ενέργειας (από πρωτογενείς πηγές) κατά τη διαδικασία ξήρανσης, που συνίσταται στην απομάκρυνση του νερού που περιέχεται στο προϊόν, μειώνοντας έτσι την ποσότητα υγρασίας κάτω 20%.

Ξήρανση λαχανικών, φρούτων και ψαριών συνήθως απαιτεί θερμοκρασίες 70°C-95°C.

Η άμεση χρήση της γεωθερμικής θερμότητας στα αγροδιατροφικά και στη βιομηχανία, ειδικά σε εφαρμογές θερμοκηπίου, είναι επίσης πολύ γνωστή στην Κίνα, την Ουγγαρία, τη Ρωσία, και Τουρκία

Στοιχεία που παρουσιάζουν ενδιαφέρον για την Ελλάδα

✓ Από στοιχεία έρευνας της αγοράς, ένα σύγχρονο ξηραντήριο καλαμποκιού δυναμικότητας 30 τόνων/ώρα καταναλώνει θερμική ενέργεια που παράγεται από 400 λίτρα πετρελαίου. Η ποσότητα αυτή των καυσίμων κοστίζει περίπου 180.000 € το χρόνο.

✓ Θα μπορούσαν να αντικατασταθούν όλα αυτά τα καύσιμα με χρήση γεωθερμικών ρευστών 70-100°C, με μικρή τροποποίηση των υπάρχοντων ξηραντηρίων ή με κατάλληλο σχεδιάσμά νέων μονάδων.

Ξήρανση γεωργικών καλλιεργειών

- Δεκαπέντε χώρες (15) κάνουν χρήση γεωθερμικής ενέργειας για την ξήρανση διαφόρων δημητριακών, λαχανικών και οπωροκηπευτικών.
- Η ξήρανση συνίσταται στην εξάλειψη της υγρασίας που περιέχεται στα τρόφιμα, με στόχο την αποτελεσματική βελτίωση της αποθήκευσης και διατήρησης για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.
- Τα παραδείγματα αρκετά και περιλαμβάνουν:
 - Φύκια και ψάρια (Ισλανδία),
 - Κρεμμύδια και σκόρδα κ.α. (ΗΠΑ),
 - Σιτάρι και δημητριακά (Σερβία),
 - Ρύζι (Βόρεια μακεδονία)
- Φρούτα για παράδειγμα, ανανά, μήλο, μπανάνα, καρύδα και καφέ στο πεδίο του Berlin στο Ελ Σαλβαδόρ, όπως και στη Γουατεμάλα και το Μεξικό
- Παστερίωση γάλακτος, Κόστα Ρίκα και Ν Ζηλανδία.
- Λουκέρνη - Αλφάλφα (Το σημαντικότερο κτηνοτροφικό φυτό στον κόσμο. διεθνώς αναφέρεται ως "Alfalf") (Νέα Ζηλανδία),
- Ψίχα καρύδας (Φιλιππίνες) και
- Ξυλεία (Μεξικό, Νέα Ζηλανδία και Ρουμανία).
- Οι μεγαλύτεροι χρήστες είναι Η Κίνα, η Γαλλία, η Ουγγαρία, οι Ηνωμένες Πολιτείες και η Ιαπωνία, αντιπροσωπεύουν το 94% της παγκόσμιας χρήσης.



Διάφορα φρούτα





Καφές



Ξήρανση καφέ στο El Salvador

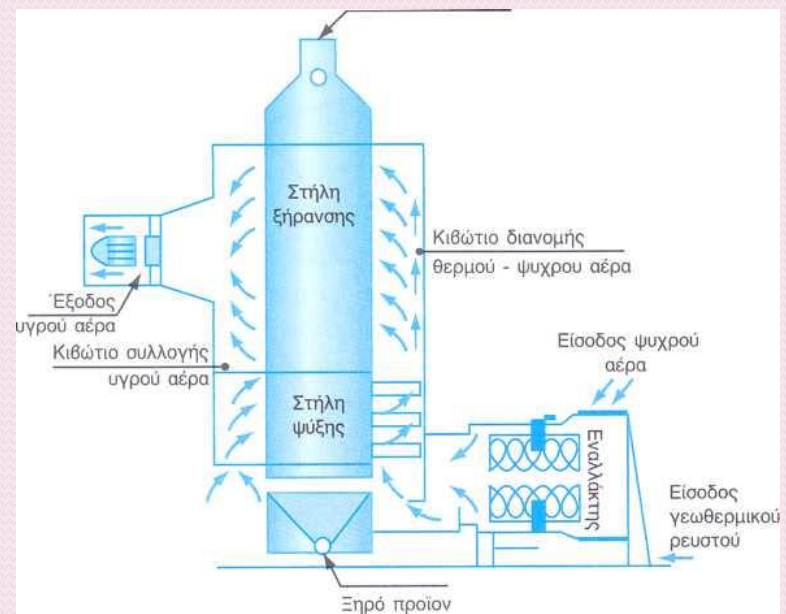
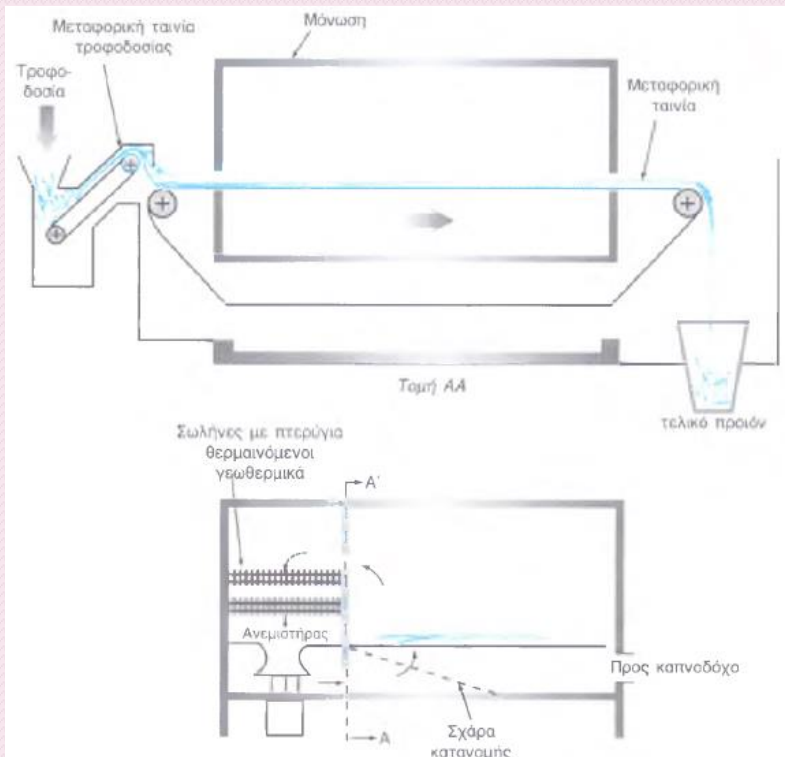
Ενδεικτικές εφαρμογές

Ξήρανση αγροτικών προϊόντων

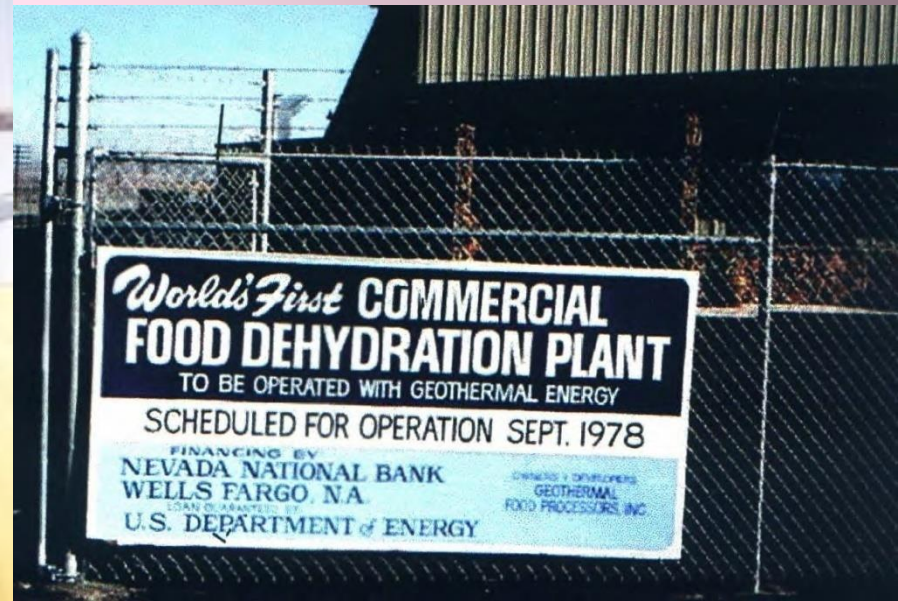
Ένα από τα πλεονεκτήματα της χρήσης των γεωθερμικών ρευστών στην ξήρανση των αγροτικών προϊόντων αποτελεί το γεγονός ότι τα ξηραντήρια λειτουργούν συνήθως τους θερμούς μήνες,

Η ξήρανση ή αφυδάτωση των προϊόντων επιτυγχάνεται είτε σε θαλάμους με κυλιόμενες ταινίες, είτε σε πύργους ξήρανσης .

Και με τους δύο παραπάνω τρόπους η ξήρανση επιτελείται σε συνεχή βάση, ενώ έχουν λειτουργήσει και θάλαμοι ξήρανσης προϊόντων σε «παρτίδες».



Αγροτο-βιομηχανικές εφαρμογές της γεωθερμίας. Αφυδάτωση



- ✓ Ξήρανση λαχανικών στη Νεβάδα (ΗΠΑ) : 80 εργαζόμενοι,
- ✓ μία γεώτρηση των 132°C, πραγματοποιεί 113 τον./ημέρα
- αφυδατωμένων κρεμμυδιών και σκόρδων (Μάιος-Οκτώβριος),
- σέλινου το Μάρτιο-Απρίλιο και
- καρότων το Νοέμβριο-Ιανουάριο

Άμεση χρήση – Αφυδάτωση κρεμμυδιού και σκόρδου στη Νεβάδα

Η γεωθερμική θερμότητα χρησιμοποιείται επίσης για την αφύγρανση των κρεμμυδιών που τοποθετούνται στην ψυκτική εγκατάσταση.

Η διαδικασία αφυδάτωσης διαρκεί 5-6 ώρες για να στεγνώσει το προϊόν σε περιεκτικότητα σε υγρασία 4,5%.

Το αποξηραμένο προϊόν στη συνέχεια αλέθεται σε διάφορα μεγέθη από σκόνη έως κόκκους.

Η μονάδα αφυδάτωσης λειτουργεί 24 ώρες την ημέρα 7 ημέρες την εβδομάδα. Αυτή τη στιγμή 80 άτομα απασχολούνται με πλήρη απασχόληση στο εργοστάσιο.





Μια μονάδα παραγωγής γεωθερμικής ενέργειας στο San Pedro Lagunillas, Nayarit, στο Μεξικό

- Η πρώτη μονάδα αφυδάτωσης τροφίμων βιομηχανικής ποιότητας στη Λατινική Αμερική έχει δημιουργηθεί στο γεωθερμικό εργοστάσιο παραγωγής ενέργειας του Domo de San Pedro στο Nayarit του Μεξικού.
- Η εγκατάσταση έχει εργοστασιακή επιφάνεια 2.000 m².
- Επί του παρόντος, το μάνγκο, ο ανανάς, η ντομάτα και το jackfruit αποτελούν την ποικιλία των τροφίμων υπό τη διαδικασία αφυδάτωσης και το εργοστάσιο έχει τη δυνατότητα να επεξεργάζεται οποιοδήποτε άλλο είδος προϊόντος εκτός από τα φρούτα.



jackfruit

Ισλανδία

- Η Ισλανδία είναι μια από τις χώρες όπου η βιομηχανία μεγάλης κλίμακας χρησιμοποιεί γεωθερμική ενέργεια για την ξήρανση φυκιών και ψαριών. Μικρά ψάρια, κεφάλια ψαριών, ραχοκοκαλιές, φιλέτα και ολόκληρα ψάρια είναι τα πιο κοινά προϊόντα που αποξηραίνονται με αυτόν τον τρόπο.
- Αποτελεί το αντικείμενο απασχόλησης περίπου 20 εταιρειών που αφυδατώνουν ψάρια χρησιμοποιώντας γεωθερμική ενέργεια, δηλαδή ζεστό νερό και ατμό.
- Στη βιομηχανία θαλασσινών, η γεωθερμία χρησιμοποιείται ειδικά για ιχθυοκαλλιέργεια και ξήρανση.
- Για τη ξήρανση ψαριών εσωτερικών λιμνών στην Ισλανδία απαιτούνταν μεγάλες ποσότητες ενέργειας, και ήταν πολύ δαπανηρή διαδικασία όταν χρησιμοποιούσαν πετρέλαιο ή ηλεκτρική ενέργεια.
- Έτσι, η ξήρανση ψαριών εσωτερικών λιμνών δοκιμάστηκε σε περιοχές με γεωθερμικά ρευστά γιατί το ζεστό νερό ή ο γεωθερμικός ατμός ήταν λιγότερο ακριβά.
- Οι μειώσεις κόστους στη διαδικασία ξήρανσης επέτρεψαν στην Ισλανδία να γίνει ένας από τους κύριους παραγωγούς αποξηραμένων ψαριών παγκοσμίως μαζί με τη Νορβηγία.
- Το 2016, οι εξαγωγές αποξηραμένων ψαριών στην Ισλανδία ανήλθαν σε περισσότερους από 52.000 τόνους, αξίας άνω των 200 εκατομμυρίων δολαρίων ΗΠΑ.





Drying fish factory in Iceland. Source: Haustak.

Κενύα Eburru γεωθερμική ξήρανση

Η μονάδα γεωθερμικής ξήρανσης Eburru χτίστηκε από έναν Άγγλο άποικο γύρω στο 1939. Είχε διαφορετικές χρήσεις, όπως η ξήρανση του καλαμποκιού (λευκό καλαμπόκι) και άνθη πυρέθρου (Χρυσάνθεμου).

Η παροχή της ενέργειας για ξήρανση προέρχεται από γεωθερμικό ρευστό στους 95°C. Ωστόσο, ο σωλήνας δεν είναι μονωμένος, άρα η θερμότητα που παρέχεται στην κατασκευή είναι μόνο 43°C.

Η γεωθερμική ξήρανση χρησιμοποιείται από 110 μέλη ενός τοπικού συνεταιρισμού.

Η κοινότητα χρησιμοποιεί επίσης στο Eburru γεωθερμική μονάδα ξήρανσης, για ξήρανση καπνού.



(Πύρεθρον είναι επίσης η ονομασία του φυσικού εντομοκτόνου το οποίο φτιάχνεται από τις αποξηραμένες ανθοκεφαλές του Χρυσάνθεμου)

Γεωθερμική ξήρανση-αφυδάτωση στην Ελλάδα

Πιλοτική μονάδα προ-ξηρανσης
βαμβακιού που λειτούργησε στη Ν.
Κεσσάνη 1990-1991
Εναλλάκτης νερού/αέρα

Παροχή νερού: $4 \text{ m}_3/\text{h}$

Θερμ. νερού εισ./εξ. : $70/40^\circ\text{C}$

Παροχή αέρα: $1300 \text{ m}_3/\text{h}$

Θερμ. αέρα εισ./εξ. : $25/55^\circ\text{C}$

Τροφοδοσία βαμβακιού: $100 \text{ kg}/\text{h}$

Υγρασία βαμβακιού, έξοδος: $< 7\%$



Γεωθερμική ξήρανση-αφυδάτωση στην Ελλάδα

Μονάδα γεωθερμικής ξήρανσης ντομάτας στο Ν. Εράσμιο



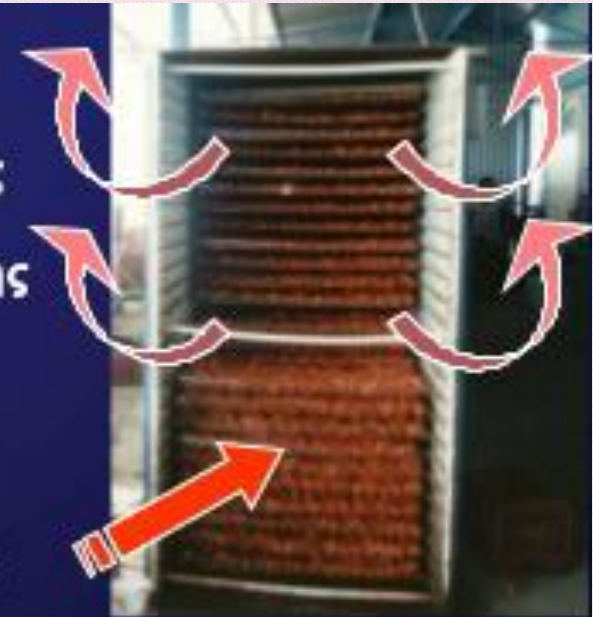
Είσοδος
Γ/Θ ρευστού



Εξοδος Γ/Θ
ρευστού

Εξοδος
αέρα
ξήρανσης

Είσοδος
ταψιών



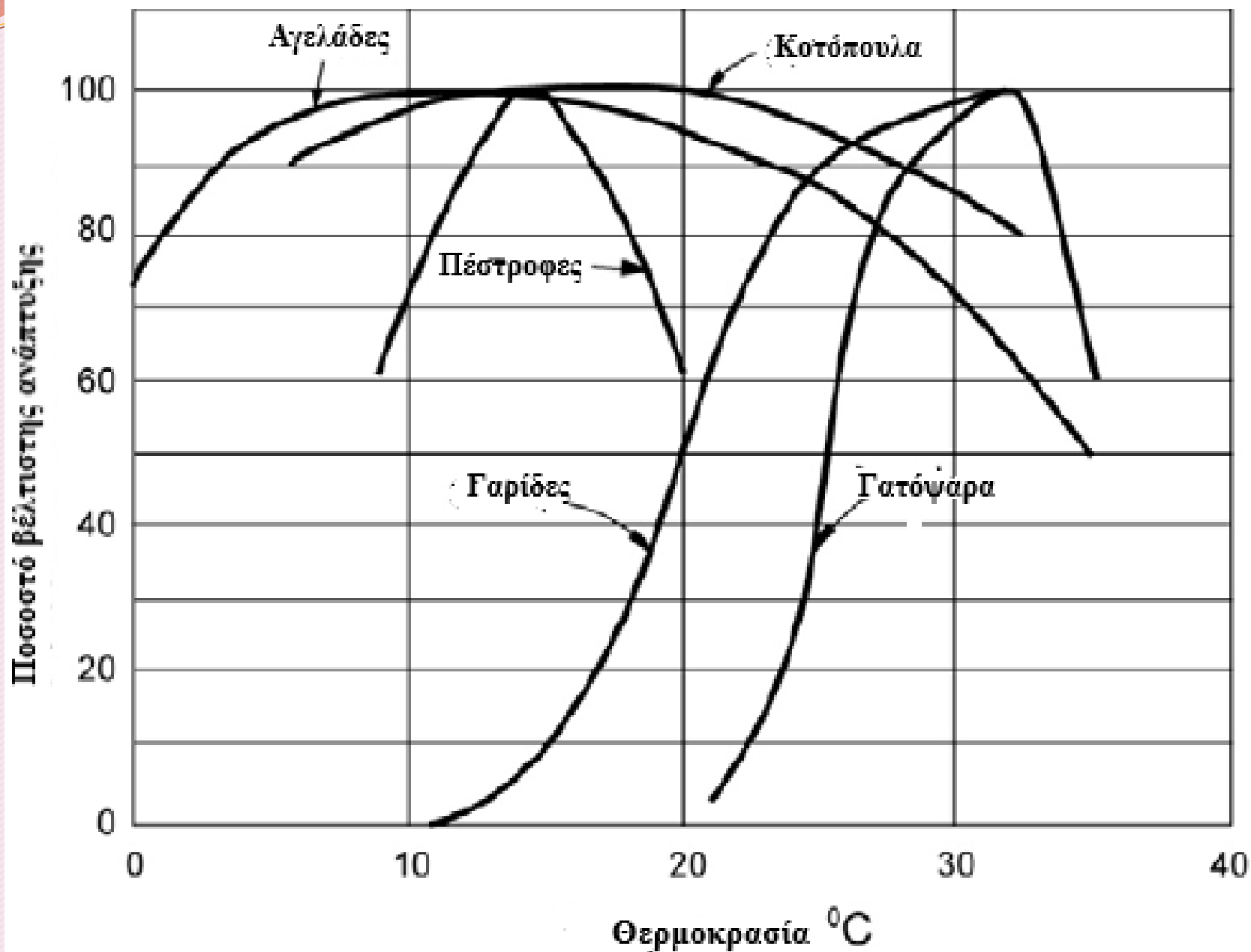
Υδατοκαλλιέργεια (20°C-40°C)

- Τα γεωθερμικά ρευστά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη θέρμανση του γλυκού νερού σε εναλλάκτες θερμότητας ή αναμειγνυόμενα με το γλυκό νερό για να ληφθεί η κατάλληλη θερμοκρασία για την ιχθυοκαλλιέργεια.
- Αυτή η εφαρμογή χρησιμοποιείται σε 21 χώρες παγκοσμίως και κυρίως για θέρμανση σε λιμνούλες υδατοκαλλιέργειας και κανάλια εκτροφής. Καλλιέργεια φυκιών – κυρίως σπιρουλίνας – είναι μια άλλη αναπτυσσόμενη χρήση, που απαιτεί θερμοκρασίες 35°C-37°C.

Θέρμανση λιμνών υδατοκαλλιέργειας και καναλιών

- Είκοσι μία (21) χώρες αναφέρουν αυτόν τον τύπο χρήσης, οι σημαντικότερες από άποψη της παραγόμενης ετήσιας ενέργειας είναι η Κίνα, οι Ηνωμένες Πολιτείες, η Ισλανδία, η Ιταλία και το Ισραήλ
- Όπως τα θερμοκήπια, αυτές οι εγκαταστάσεις είναι εντατικά εργασιακές και απαιτούν καλά εκπαιδευμένο προσωπικό. Καθώς αυτό είναι συχνά δύσκολο να δικαιολογηθεί οικονομικά, για το λόγο αυτό η ανάπτυξη είναι αργή.
- Τιλάπια (αφρικανικά ψάρια), σολομός, πέρκα και πέστροφα φαίνονται τα πιο συνηθισμένα καλλιεργούμενα είδη, αλλά εκτρέφονται και τροπικά ψάρια, αστακοί, καραβίδες και γαρίδες, καθώς και αλιγάτορες.
- Δύο από τις κύριες εγκαταστάσεις εκτροφής αλιγάτορα είναι στις Ηνωμένες Πολιτείες: στο Αϊντάχο όπου εκτρέφονται για το κρέας και το δέρμα τους, και στο Κολοράντο ως τουριστικό αξιοθέατο.

Διάγραμμα με τη θερμοκρασία βέλτιστης ανάπτυξης ορισμένων κτηνοτροφικών ειδών και είδη ιχθυοκαλλιέργειας





Courtesy Arizona Geological Survey



ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΕΣ ΙΧΘΥΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

Έχει αποδειχθεί ότι με τη χρήση Γ/Θ ενέργειας ο χρόνος παραγωγής των ψαριών μειώνεται δραματικά. Τα Γ/Θ ρευστά ακόμη και σε χαμηλές θερμοκρασίες $<30^{\circ}\text{C}$ μπορούν να προσφέρουν την απαραίτητη θερμική ενέργεια σε:



Κλειστά κυκλώματα εντατικής χελοκαλλιέργειας και ιχθυογεννητικοί σταθμοί

Ανοικτές καλλιέργειες καραβίδας & γαρίδας

Αντιπαγετική προστασία σε νταλιάνια τσιπούρας



Υδατοκαλλιέργειες: Σπιρουλίνα στη Νιγρίτα Σερρών Ιχθυοκαλλιέργειες αντιπαγετική προστασία στο Πόρτο Λάγος



Θερμότητα για Βιομηχανικές Χρήσεις

• Αυτή είναι μια κατηγορία με εφαρμογές σε 14 χώρες. Αυτές οι λειτουργίες τείνουν να είναι μεγάλες και να έχουν υψηλή κατανάλωση ενέργειας, συχνά λειτουργούν όλο το χρόνο.

Παραδείγματα περιλαμβάνουν:

- Πήξη προϊόντων σκυροδέματος (Τσιμεντόλιθοι) (Γουατεμάλα και Σλοβενία),
- Εμφιάλωση νερού και ανθρακούχων ποτών (Βουλγαρία, Σερβία και Ηνωμένες Πολιτείες),
- Παστερίωση γάλακτος ξήρανση γάλακτος (σκόνη) (Ρουμανία και Νέα Ζηλανδία),
- Βιομηχανία δέρματος (Σερβία και Σλοβενία),
- Χημική εκχύλιση (Βουλγαρία, Πολωνία και Ρωσία),
- Εκχύλιση CO₂ (Ισλανδία και Τουρκία),
- Επεξεργασία χαρτοπολτού και χαρτιού (Νέα Ζηλανδία),
- Εκχύλιση ιωδίου και αλατιού (Βιετνάμ) και
- Παραγωγή βορικού και βορικού οξέος (Ιταλία).

• Οι ηγέτιδες χώρες στη παραγόμενη ενέργεια (TJ / έτος) στη κατηγορία αυτή είναι:

Κίνα,
Νέα Ζηλανδία,
Ισλανδία,
Ρωσία και
Ουγγαρία,

που αντιπροσωπεύουν το 98% της χρήσης.

Παραγωγή pellet ξύλου από την Nature's Flame, Ταυρο, Νέα Ζηλανδία



Γεωθερμία χαμηλής και μέσης ενθαλπίας

Ενδεικτικές εφαρμογές

Αξιοποίηση χημικών συστατικών των ρευστών/ και άλλες χρήσεις

- ❑ Τα γεωθερμικά ρευστά δεν περιέχουν μόνο θερμότητα, αλλά αρκετές φορές περιέχουν και αξιοποιήσιμες διαλυμένες ουσίες, στερεές ή αέριες.
- ❑ Στοιχεία που θεωρητικά θα μπορούσαν να ανακτηθούν είναι ο χρυσός, ο λευκόχρυσος, το μαγνήσιο, το αντιμόνιο, το βόριο, το στρόντιο κλπ.
- ❑ Στο Μεξικό ανακτάται κάλιο και μαγνήσιο από γεωθερμικά ρευστά, ενώ εδώ και 200 χρόνια λαμβάνουν βορικό οξύ στο Larderello της Ιταλίας με εξάτμιση των νερών.
- ❑ Στην Ισλανδία λειτουργεί επίσης μονάδα ανάκτησης διαφόρων αλάτων.
- ❑ Από τα αέρια που βρίσκονται στα γεωθερμικά ρευστά το μόνο που μπορεί να τύχει εκμετάλλευσης είναι το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2).

Ανάκτηση διοξειδίου του άνθρακα

- ❖ Το CO₂ που υπάρχει σε πολλά γεωθερμικά πεδία μπορεί κάλλιστα να δεσμευτεί στις επιφανειακές εγκαταστάσεις και να αξιοποιηθεί ως εμπορικό παραπροϊόν.
- ❖ Για παράδειγμα στο Kizildere της Τουρκίας, παράλληλα με την παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος ανακτώνται και μεγάλες ποσότητες του αερίου αυτού για τις ανάγκες της βιομηχανίας αναψυκτικών, ενώ η Ισλανδία καλύπτει όλες τις ανάγκες της σε CO₂ από γεωθερμικά ρευστά. Μικρές ή μεγαλύτερες μονάδες ανάκτησης του CO₂ υπάρχουν επίσης στην Κένυα, τις Η.Π.Α., τη Ν. Ζηλανδία και το Ταϊβάν.
- ❖ Το CO₂ χρησιμοποιείται ως πυροσβεστικό μέσο, στη συντήρηση τροφών, ως πρώτη ύλη στη χημική βιομηχανία, ως μέσο για τη δευτερογενή εξόρυξη πετρελαίου και αλλού.

□ Χρήση σε θερμοκήπια

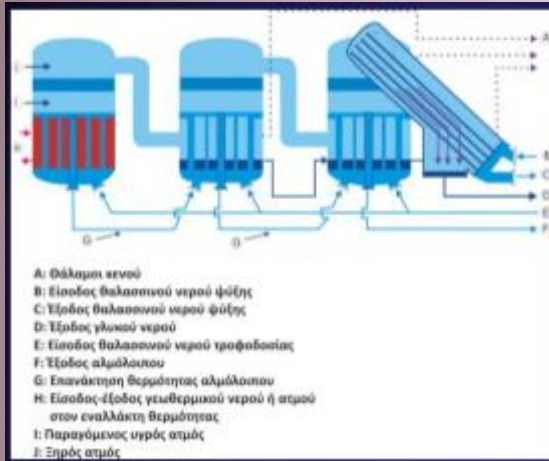
Η εισαγωγή CO₂ στα θερμοκήπια στοχεύει στην αύξηση του ρυθμού ανάπτυξης των διαφόρων φυτών (λαχανικών, λουλουδιών), όπως φαίνεται και από τη βασική αντίδραση της διεργασίας φωτοσύνθεσης:

Αφαλάτωση Νερού

- ✓ Το πρόβλημα της επάρκειας γλυκού νερού - Αλόγιστη χρήση
- ✓ Ανάγκη αφαλάτωσης, αυτή πραγματοποιείται με τους παρακάτω τρόπους:
- ✓ Με απευθείας συμπύκνωση γεωθερμικού ατμού. Μπορεί να εφαρμοσθεί στα γεωθερμικά πεδία υψηλής ενθαλπίας της Μήλου και της Νισύρου.
- ✓ Με εξάτμιση θαλασσινού νερού σε συνθήκες μερικού κενού.
- ✓ Με τη μέθοδο της αντίστροφης ώσμωσης με χρήση ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από τη γεωθερμία.
- ✓ Η αφαλάτωση του θαλασσινού ή υφάλμυρου νερού έχει καταστεί απόλυτα αναγκαία σε πολλές νησιώτικες και παραθαλάσσιες περιοχές της χώρα μας, ιδίως κατά τους καλοκαιρινούς μήνες.
- ✓ Ήδη, η αφαλάτωση εφαρμόζεται σε πολλά νησιά και ξενοδοχειακές μονάδες με τη μέθοδο της αντίστροφης ώσμωσης με τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας, της οποίας το κόστος παραγωγής στα νησιά είναι ιδιαίτερα υψηλό.
- ✓ Συγχρόνως, ορισμένες μεγάλες βιομηχανίες εφαρμόζουν τη θερμική αφαλάτωση του θαλασσινού νερού.

Αφαλάτωση νερού

Στην Κίμωλο



Χρησιμοποιείται η μέθοδος της εξάτμισης πολλαπλού φαινομένου (Multiple-Effect Distillation, MED)

-Η μονάδα, που κατασκευάστηκε κατά την περίοδο 1998-99, χρησιμοποιεί γεωθερμικό νερό χαμηλής ενθαλπίας (61°C) για τη θέρμανση του νερού τροφοδοσίας.

-Κατά τη δοκιμαστική περίοδο λειτουργίας της μονάδας παράγονταν $3,2 \text{ m}^3/\text{h}$ αφαλατωμένου νερού άριστης ποιότητας με τη χρήση $50 \text{ m}^3/\text{h}$ γεωθερμικού νερού.

Γεωθερμία χαμηλής και μέσης ενθαλπίας

Ενδεικτικές εφαρμογές

Διάφορες άλλες Χρήσεις.

Υπάρχει μια πληθώρα άλλων σημαντικών εφαρμογών της γεωθερμίας, λιγότερο ή περισσότερο γνωστών. Μερικές από τις χρήσεις αυτές είναι:

Λουτροθεραπεία και θέρμανση πισίνων και θεραπευτικών μονάδων.

Πλύσιμο και διαύγαση ινών. Έχει εφαρμοσθεί στη Ν. Ζηλανδία.

Παραγωγή αποσταγμένου νερού στη Ν. Ζηλανδία.

Λουτροθεραπεία

- ✓ Περισσότερες από 700 θερμές πηγές στην Ελλάδα
- ✓ 56 θεραπευτικά κέντρα στην Ελλάδα, με συνολική παροχή νερού >1000 kg/s και θερμοκρασίες νερών 18-90°C.
- ✓ Προσπάθεια για ανακαίνιση και αναβάθμιση των υπηρεσιών (Αιδηψός, Αριδαία, Καμένα Βούρλα, Πλατύστομο, Σιδηρόκαστρο, Ν. Απολλωνία κτλ.)



Μαγείρεμα στο χώμα

Στη Μήλο



Το μαγείρεμα γίνεται με την τοποθέτηση πήλινων δοχείων με κρέας και λαχανικά για ικανό χρονικό διάστημα (5 ώρες) σε βάθος περίπου 20 cm σε ένα πολύ θερμό τμήμα (επιφάνειας περίπου 2 m²) της αμμώδους ακτής στο Παλιοχώρι της Μήλου
-Το τμήμα αυτό θερμαίνεται κοντά τους 100°C από την ανάδυση ατμών.



Εδώ, οι γυναίκες των Μαορί (Νέας Ζηλανδίας) εκμεταλλεύονται τους αεραγωγούς ατμού και τις θερμές πηγές της περιοχής τους για να μαγειρέψουν γρήγορα και με ασφάλεια το φαγητό.

Συνδυαστικές εφαρμογές: Γεωθερμική ηλεκτροπαραγωγική μονάδα στο Svarstengi (Ισλανδία) & μονάδα λουτροθεραπείας Blue Lagoon

Μία από τις πιο διάσημες χρήσεις της γεωθερμικής ενέργειας στην Ισλανδία είναι η Blue Lagoon. Οι τουρίστες επισκέπτονται την πισίνα (που δημιουργήθηκε από μια γεωθερμική μονάδα παραγωγής ενέργειας) για να χαλαρώσουν και να επωφεληθούν από τις υποτιθέμενες θεραπευτικές δυνάμεις της πισίνας.



Μερικές τυπικές άμεσες χρήσεις της γεωθερμίας

| ΧΩΡΑ | ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ | ΣΧΟΛΙΑ |
|-------------------------------|---|---|
| <i>Ιαπωνία</i> | Ξήρανση ρυζιού | 1800 kg ρυζιού / ημέρα |
| <i>Ουγγαρία</i> | Θέρμανση και καθαρισμός κτηνοτροφικών μονάδων | Χρησιμοποιούνται 25 γεωτρήσεις, με ισχύ 8 MWt |
| <i>Ισλανδία</i> | Ξήρανση φυκιών | Νερό 100°C |
| <i>N. Ζηλανδία</i> | Πλύσιμο και ξήρανση ξυλείας. Λειτουργία κλιβάνου. | Και σε άλλες χώρες (Ισλανδία) |
| <i>N. Ζηλανδία (Wairakei)</i> | Θέρμανση κτηρίων και θερμοκηπίων | Νερό 120°C σε εναλλάκτες αυλών και κελύφους |
| <i>H. Π. Α. (Καλιφόρνια)</i> | Παραγωγή ξηρού πάγου CO ₂ | Περιοχή Salton Sea |
| <i>Φιλιππίνες</i> | Ξήρανση σιτηρών. | Γεωθερμικός ατμός θερμαίνει ξηραντήριο περιστρεφόμενου κλιβάνου |
| <i>Φιλιππίνες</i> | Απόληψη άλατος από θαλασσινό νερό | Αλάτι τριών ποιότητων |
| <i>Ιταλία (Larderello)</i> | Ανάκτηση βορικού οξέος | Χρήση 30 ton/h ατμού |
| <i>Μεξικό H.Π.Α.</i> | Καλλιέργεια μανιταριών | Χρήση 2 ton/h νερού 130°C, και 56 ton/h νερού 103°C, αντίστοιχα |
| <i>Σλοβακία</i> | Ιχθυοκαλλιέργεια χελιών | Νερό 42°C, χρήση εναλλάκτη |
| <i>Ιαπωνία</i> | Απόσταξη και ζυθοποιία | Μικρή μονάδα |
| <i>Διάφορες χώρες</i> | Πλύσιμο και ξήρανση μαλλιού | |

Συνδυαστικές εφαρμογές: Διαδοχική αξιοποίηση ρευστών χαμηλής ενθαλπίας

