



Γεωθερμικές Αντλίες Θερμότητας Ανάλυση Έργων

RETScreen® INTERNATIONAL

www.retscreen.net

Μάθημα Έργου Καθαρής Ενέργειας



Κέντρο Επιχειρήσεων Φιλαδέλφειας, ΗΠΑ – 28 ΓΑΘ για ψύξη - Θέρμανση

Αναφορά φωτογραφίας: Geothermal Heat Pump Consortium (NREL PIX)



Natural Resources
Canada

Ressources naturelles
Canada

© Υπουργός Φυσικών Πόρων Καναδά 2001 – 2006.

Canada

Στόχοι



RETScreen® INTERNATIONAL

www.etscreen.net

- Επανάληψη βασικών αρχών για συστήματα Γεωθερμικών Αντλιών Θερμότητας (ΓΑΘ)
- Επεξήγηση βασικών θεωρήσεων ανάλυσης έργων ΓΑΘ
- Παρουσίαση μοντέλου RETScreen® για έργα ΓΑΘ



Το προσφέρουν τα συστήματα ΓΑΘ;



RETSCREEN® INTERNATIONAL

www.retscreen.net

- Θέρμανση
- Ψύξη
- Ζεστό νερό
- Αποφυγή πάγου στα θεμέλια

Κατοικία Impact 2000, Μασαχουσέτη, ΗΠΑ



Αναφορά Φωτο: Solar Design Associates
(NREL PIX)



Αντλία θερμότητας σε κατοικία

...καθώς επίσης...

- ▶ Αποδοτικότητα
- ▶ Μειωμένη συντήρηση
- ▶ Μειωμένες ανάγκες χώρων
- ▶ Μικρό λειτουργικό κόστος
- ▶ Σταθερή απόδοση (ισχύ)
- ▶ Άνεση και ποιότητα αέρα
- ▶ Μειωμένα φορτία αιχμής για κλιματισμό

Συστατικά συστήματος ΓΑΘ



RETSCREEN® INTERNATIONAL

www.retscreen.net

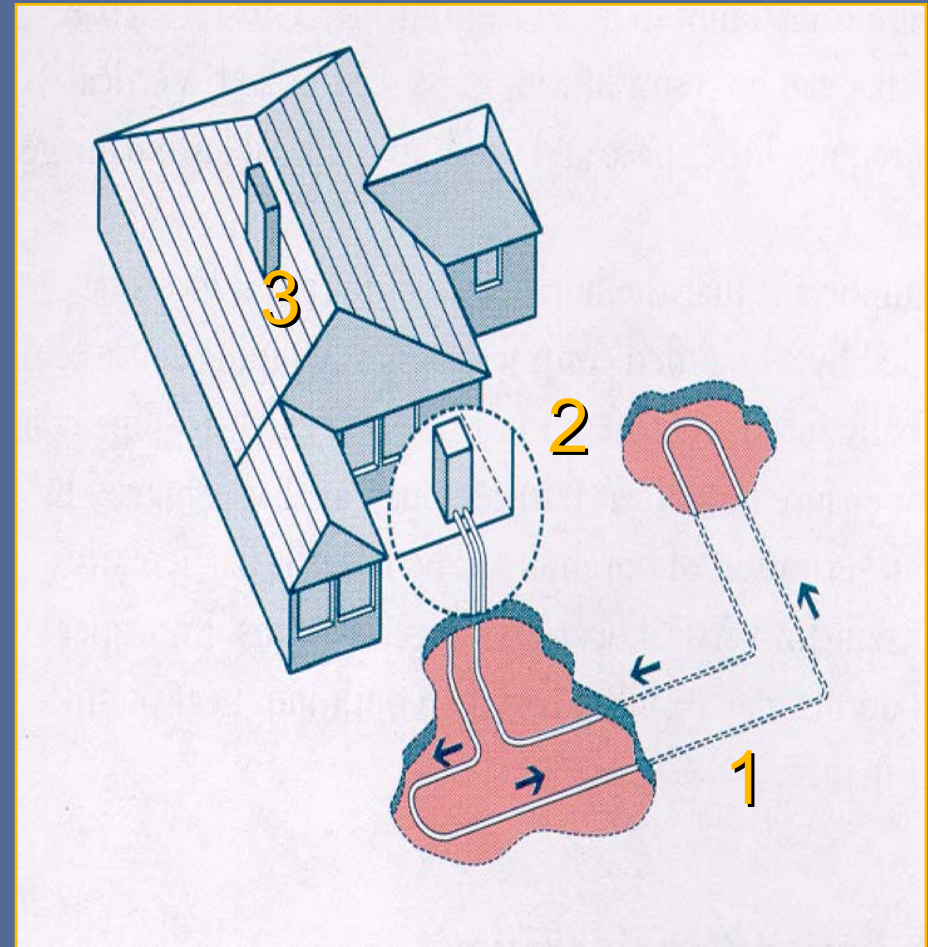
1. Σύνδεση με την γη

- ▶ Ενωμένη με το έδαφος
- ▶ Υπόγεια νερά
- ▶ Επιφανειακά νερά

2. Υδροψυκτη Αντλία Θερμότητας

3. Εσωτερικό δίκτυο ψύξης/θέρμανσης

- ▶ Συμβατικό δίκτυο



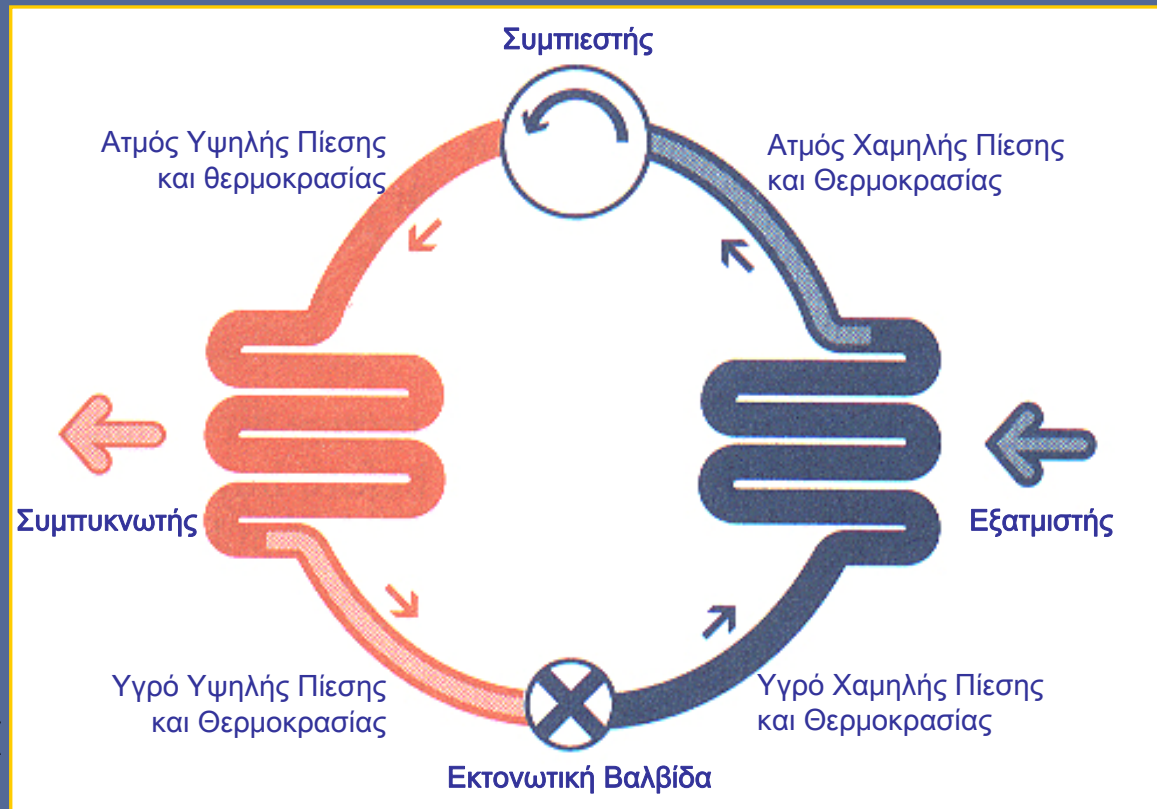
Υδροψυκτική Αντλία Θερμότητας



RETScreen® INTERNATIONAL

www.retscreen.net

- Αντλία θερμότητας νερού - αέρα
- Αναστρέψιμος κύκλος
- 3,5 ως 35 kW ψύξης ανά μονάδα
- Πολλαπλές μονάδες για μεγάλα κτίρια
- Απορριπτόμενη θερμότητα μετά τη συμπίεση παράγει ζεστό νερό μέσω αποϋπερθερμαντή



Τρόποι σύνδεσης με τη γη



RETSCREEN® INTERNATIONAL

www.etscreen.net

Κάθετες (ΓΣΑΘ)

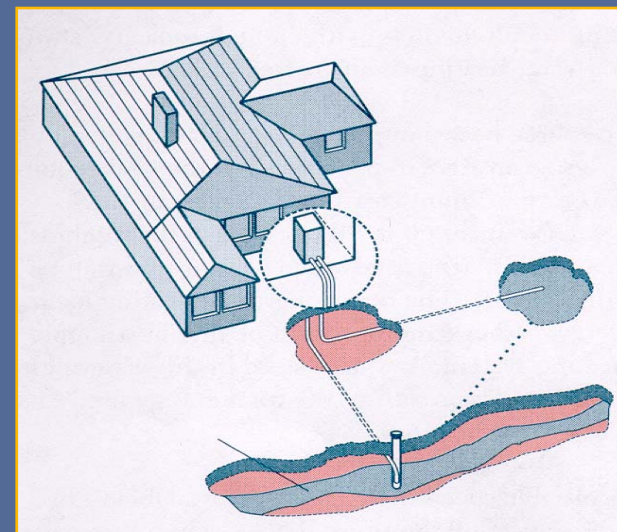
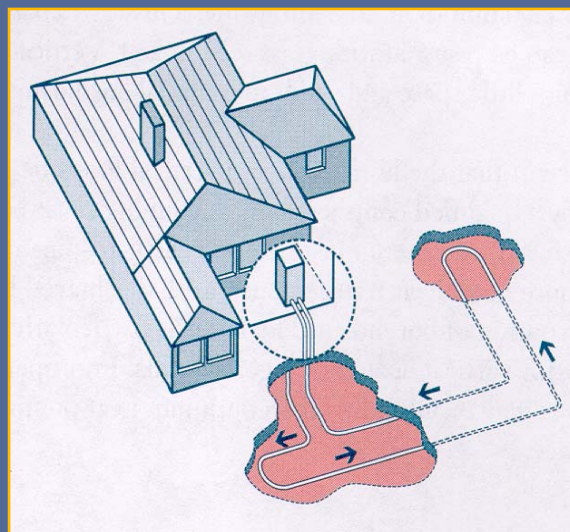
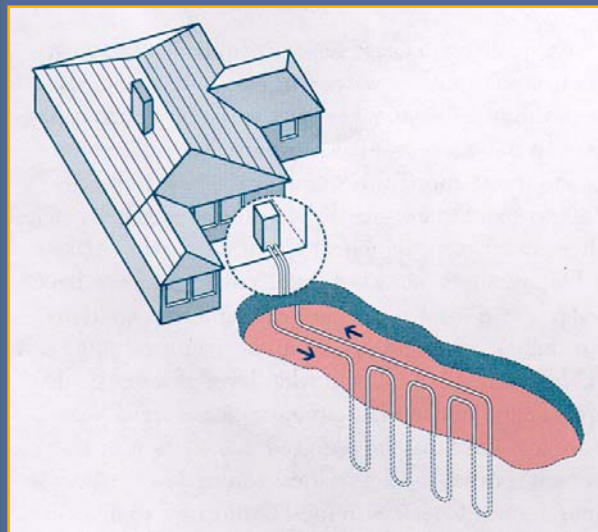
- ▶ Πετρώδες έδαφος
- ▶ Αυξημένο κόστος
- ▶ Μικρή χρήση γης
- ▶ Υψηλή αποδοτικότητα

Οριζόντια (ΓΣΑΘ)

- ▶ Μεγάλη χρήση γης
- ▶ Μειωμένο κόστος
- ▶ Μικρά κτίρια
- ▶ Μεταβολή θερμοκρ.

Υπόγειων Υδάτων (ΓΥΑΘ)

- ▶ Υδροφόρος ορίζοντας
- ▶ Μικρότερο κόστος
- ▶ Διατάξεις - Νόμοι
- ▶ Ρύπανση (εναλλακτών)



- Επίσης εναλλάκτες επιφανειακών υδάτων και κάθετης στήλης

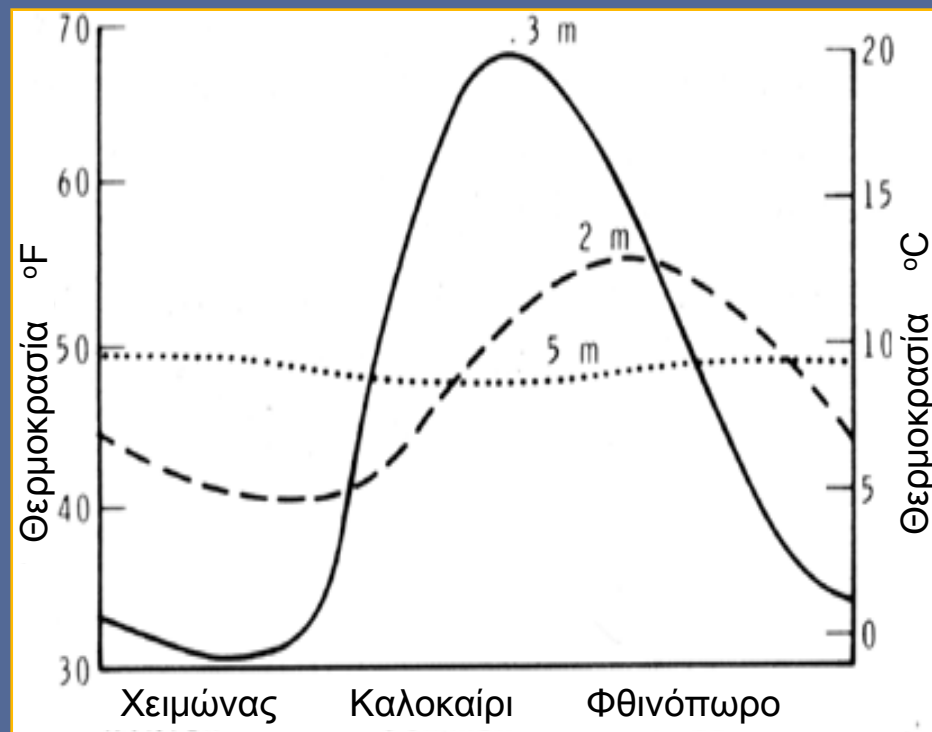
Εκμετάλλευση ΓΑΘ: Θερμοκρασίες εδάφους



RETScreen® INTERNATIONAL

www.retscreen.net

- Έδαφος απορροφά περίπου $\frac{1}{2}$ της ηλιακής ακτινοβολίας
- Έδαφος αποσβένει τις θερμοκρασιακές μεταβολές
 - ▶ ΓΑΘ περισσότερο αποδοτική
- Μεταβολή θερμοκρασίας μειώνεται με το βάθος
 - ▶ Αμελητέα κάτω από 15 μ



Γραφικά: Canadian Building Digest

- Τοπικές θερμοκρασίες εδάφους εξαρτώνται από το κλίμα κάλυψη εδάφους, κλίση, ιδιότητες χώματος κλπ.

Παραδείγματα κόστους συστημ. ΓΑΘ



RETScreen® INTERNATIONAL

www.retscreen.net



Αναφορά Φωτογραφίας: Suomen Lämpörumpurutekniikka Oy

Φινλανδία, Κατοικία 150 τμ			
	Αρχικό Κόστος	Ετήσια Θέρμανση	Ετήσια Ενέργεια
Ηλεκτρικό	8.000 \$	800 \$	20 MWh
ΓΑΘ	13.000 \$	350 \$	6,5 MWh

- Αυξανόμενο κόστος ενέργειας
- Περιβαλλοντικές ανησυχίες
- Κλιματισμός δεν είναι βασική ανάγκη



Αναφορά φωτογραφίας: GeoExchange Consortium

Κατοικία Connecticut, ΗΠΑ, 275 τμ					
	Αρχικό Κόστος	Ετήσια Θέρμανση	Ετήσια Ψύξη	Ετήσιο Σύνολο	Ετήσια Ενέργεια
Πετρ/Κλιμ	16.000 \$	600 \$	900 \$	1.500 \$	27 MWh
ΓΑΘ	20.500 \$	450 \$	600 \$	1.050 \$	11 MWh

- Επιδότηση από παροχέα ηλεκτρισμού για μείωση φορτίων αιχμής κλιματισμού

Παράγοντες έργου Γεωθερμικής Αντλίας Θερμότητας

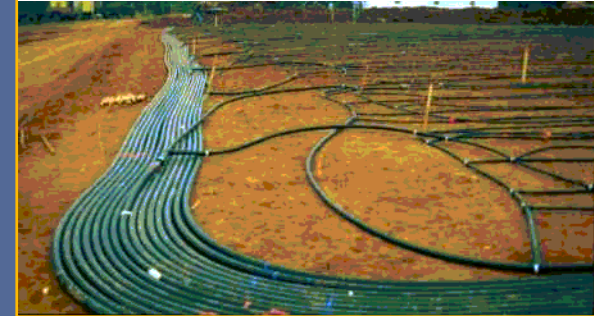


RETScreen® INTERNATIONAL

www.retscreen.net

- Βέλτιστη οικονομικότητα όταν:
 - ▶ Απαιτείται θέρμανση κα ψύξη
 - ▶ Μεγάλες εποχιακές αλλαγές θερμοκρασίας
 - ▶ Νέα κατασκευή ή αλλαγή συστημάτων
 - ▶ Για θέρμανση: Χαμηλή τιμή ηλεκτρισμού και υψηλή τιμή πετρελαίου, αερίου
 - ▶ Για ψύξη: Υψηλή τιμή ηλεκτρισμού και χρέωση αιχμής
- Διαθεσιμότητα σκαπτικού και διατρητικού εξοπλισμού
- Αβεβαιότητα κόστους εγκατάστασης εναλλάκτη
- Κριτήρια οικονομικότητας ιδιοκτήτη

Διάταξη εναλλάκτη,
Εμπορικό κτίριο



Εγκατάσταση ΓΑΘ



Αναφορά Φωτο: Craig Miller Productions
and DOE (NREL PIX)

Παραδείγματα: Αυστραλία, Γερμανία και Ελβετία Συστήματα σε οικιστικά κτίρια



RETSCREEN® INTERNATIONAL

www.retscreen.net

- Πολυτελείς Κατοικίες
 - ▶ Υψηλότερο κόστος επένδυσης
 - ▶ Μακροπρόθεσμος οικον. ορίζοντας
 - ▶ Οφέλη οικονομικά και άνεσης
- Μεγάλης σημασίας τα κίνητρα από παροχέα

Αντλία θερμ. 20 kW υπογείων νερών,
Γερμανία



Αναφορά Φωτο Bundesverband WärmePumpe (BWP) e.V.

320 Διαμερίσματα, Νότια Αυστραλία



Αναφορά Φωτογραφίας: GeoExchange Consortium

Τρυπάνι για κάθετη,
γεώτρηση, Ελβετική Κατοικία



Αναφορά Φωτο:
Eberhard & Partner AG

Παραδείγματα: Αγγλία και ΗΠΑ

Συστήματα σε εμπορικά κτίρια



RETSCREEN® INTERNATIONAL

www.etscreen.net

- Απαιτείται συνήθως μικρός χρόνος απόσβεσης (< 5 έτη)
- Πιθανό πρόβλημα κτήσης γης
- Χρήση μικρότερου εσωτερικού χώρου
- Απλός καταναεμημένος έλεγχος
- Μικρότερος κίνδυνος βανδαλισμού
- Μειωμένη χρέωση αιχμής
- Μη αναγκαιότητα βοηθητικής θέρμανσης

Εμπορικό κτίριο, Croydon, Αγγλία



Αναφορά φωτογραφίας: Groenholland B.V.

Κτιριακό συγκρότημα, Kentucky, ΗΠΑ



Αναφορά Φωτο: Marion Pinckley (NREL PIX)

Σταθμός καυσίμων, Κάνσας, ΗΠΑ



Αναφορά Φωτο: International Ground Source Heat Pump Association

Παραδείγματα: Καναδάς και ΗΠΑ Συστήματα κτιρίων ιδρυμάτων



RETScreen® INTERNATIONAL

www.retscreen.net

- Αποδεκτοί μεγαλύτεροι χρόνοι αποπληρωμής
- Δεκτικά σε καινοτόμα συστήματα
- Ταυτόχρονα θερμικά και ψυκτικά φορτία

Εκσκαφή για οριζόντιο εναλλάκτη



Αναφορά Φωτο: Robert R. Jones/Oklahoma State University (NREL PIX)

Σχολείο, Κεμπέκ, Καναδάς



Αναφορά φωτογραφίας: Natural Resources Canada

RETScreen® Μοντέλο έργου Γεωθερμικής Αντλίας Θερμότητας



RETSCREEN® INTERNATIONAL

www.retscreen.net

- Παγκόσμια ανάλυση παραγωγής ενέργειας, κόστους κύκλου ζωής και μείωσης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου

- ▶ Οριζόντια και κάθετα κλειστού βρόγχου
- ▶ Υπόγειων υδάτων ανοιχτού βρόγχου
- ▶ Οικιστικά, εμπορικά, ιδρυμάτων και βιομηχανικά

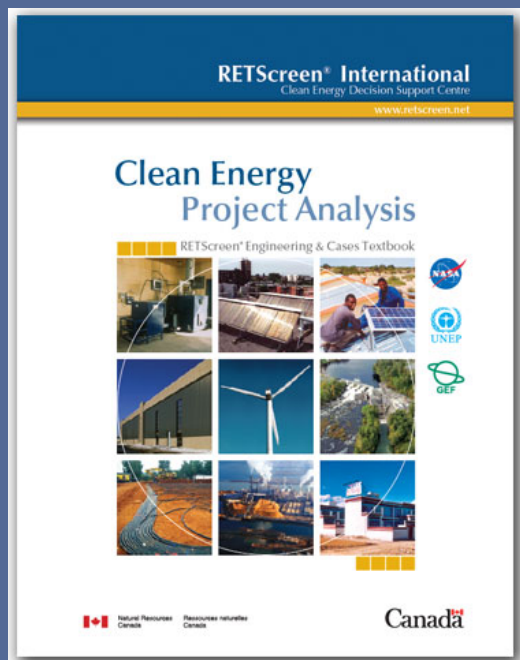
- Προς το παρόν δεν καλύπτονται:

- ▶ ΓΑΘ επιφανειακών υδάτων
- ▶ Μακροπρόθεσμη διατάραξη ισορροπίας στο έδαφος
- ▶ Ταυτόχρονη ψύξη και θέρμανση (μόνο ομάδες φορτίων)
- ▶ Θέρμανση νερού

RETScreen® Energy Model - Ground-Source Heat Pump Project				Training & Support
Site Conditions				Estimate
Project name			Example	Notes/Range
Project location			Halifax, Canada	See Online Manual!
Available land area	m ²		2,000	
Soil type	-		Light rock	
Design heating load	kW		30,3	Complete Hit/CLC sheet
Design cooling load	kW		57,5	
System Characteristics				Estimate
Base Case HVAC System				Notes/Range
Building has air-conditioning?	yes/no		Yes	
Heating fuel type	-		Electricity	
Heating system seasonal efficiency	%		100%	50% to 350%
Air-conditioner seasonal COP	-		3,0	2.0 to 5.0
Ground Heat Exchanger System				
System type	-		Vertical closed-loop	
Design criteria	-		Cooling	
Typical land area required	m ²		233	
Ground heat exchanger layout	-		Standard	
Total borehole length	m		836,9	
Heat Pump System				
Average heat pump efficiency	-		High	
Standard cooling COP	-		5,50	
Standard heating COP	-		4,00	
Total standard heating capacity	kW		38,4	
	ton (cooling)		10,9	
Total standard cooling capacity	kW		55,6	
	ton (cooling)		15,8	
Supplemental Heating and Heat Rejection System				
Suggested supplemental heating capacity	kW		0,0	
	ton (cooling)		0	
Suggested supplemental heat rejection	kW		0,0	
	ton (cooling)		0	
Annual Energy Production				Estimate
Heating				Notes/Range
Electricity used	Mv/h		22,0	
Supplemental energy delivered	Mv/h		0,0	
GSHHP heating energy delivered	Mv/h		69,7	
	million Btu		237,9	
Seasonal heating COP	-		3,2	2.0 to 5.0
Cooling				
Electricity used	Mv/h		13,2	
GSHHP cooling energy delivered	Mv/h		70,7	
	million Btu		241,3	
Seasonal cooling COP	-		5,4	2.0 to 5.5
Seasonal cooling EER	(Btu/h)/w		18,3	7.0 to 19.0
				Complete Cost Analysis sheet
Version 3.0		© Minister of Natural Resources Canada 1997 - 2004.		NRCCan/CETC - Vancouver

RETScreen® Ενεργειακός υπολογισμός ΓΑΘ

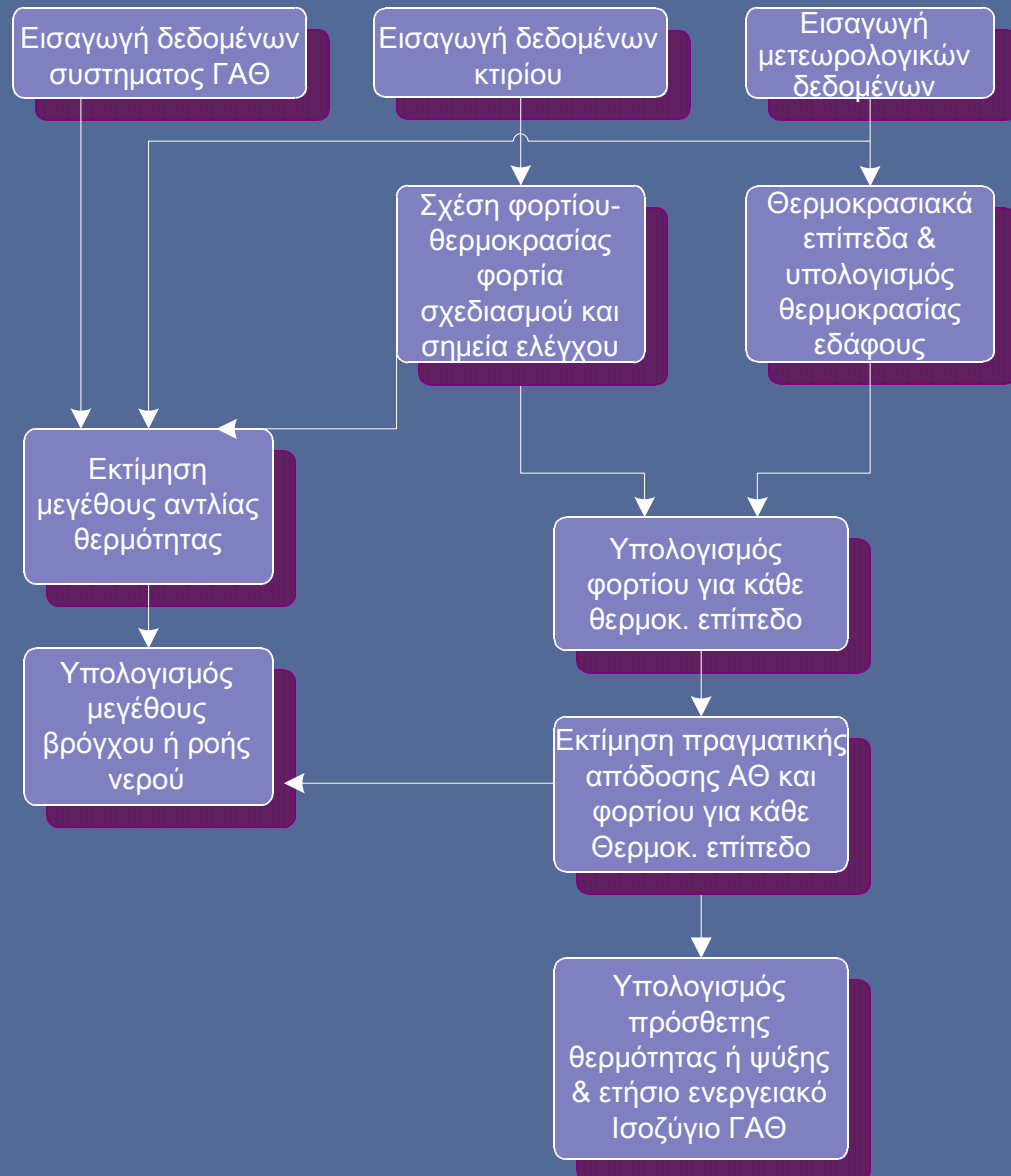
RETSCREEN® INTERNATIONAL



[Δείτε Ηλεκτρονικό. Εγχειρίδιο](#)

Ανάλυση Έργων Καθαρής Ενέργειας :
RETScreen® Μηχανική και Περιπτώσεις

Κεφάλαιο Ανάλυσης Έργων Γεωθερμικής Αντλίας
Θερμότητας



Παράδειγμα Τεκμηρίωσης του Μοντέλου RETScreen® Έργων ΓΑΘ



RETSCREEN® INTERNATIONAL

www.retscreen.net

- Χρήση ενέργειας για ομαδοποιημένες θερμοκρασίες σε σχέση με καταγραφές
- Μήκος εναλλάκτη συγκρινόμενο με 6 προγράμματα διαστασιολόγησης και πρόγραμμα λεπτομερούς προσομοίωσης

		Θερμική Χρήση	Διαφορά %
		kWh	
Τορόντο	RETScreen	37.202	1,4
	Καταγραμμένη	36.686	
Μόντρεαλ	RETScreen	36.138	1,8
	Καταγραμμένη	35.490	
Charlottetown	RETScreen	37.158	0,6
	Καταγραμμένη	36.922	
Winnipeg	RETScreen	33.243	1,0
	Καταγραμμένη	32.926	
Βανκούβερ	RETScreen	37.888	-3,0
	Καταγραμμένη	39.016	

Πρόγραμμα	Σχεδίαση 1 Έτους						Σχεδίαση 10 Ετών *					
	Κατοικία 1 Λουϊζιάνα		Κατοικία 2 Wisconsin		Εμπορικό Nebraska		Κατοικία 1 Λουϊζιάνα		Κατοικία 2 Wisconsin		Εμπορικό Nebraska	
Μέσο για άλλα προγράμματα	266		124		141		293		129		148	
αντί RETScreen Περιγραφικό	257	-4%	135	9%	121	-14%	257	-12%	135	5%	121	-18%
αντί RETScreen Χρήσης Ενέργειας	236	-11%	127	2%	132	-6%	236	-19%	127	-2%	132	-12%
Αντί πραγματικού	344	29%	160	29%	141	0%	344	17%	160	24%	141	-5%

* Τιμές σχεδίασης 1 έτους χρησιμοποιούνται για σύγκριση με το RETScreen

Συμπεράσματα



RETSCREEN® INTERNATIONAL

www.retscreen.net

- Οι ΓΑΘ παρέχουν θέρμανση, ψύξη και ζεστό νερό
- Έδαφος αποσβένει μεταβολές θερμ. και αυξάνει αποδοτικότητα των ΓΑΘ
- Αρχικό κόστος των ΓΑΘ είναι υψηλό αλλά το κόστος Λ&Σ είναι χαμηλό
 - ▶ Προτιμητέες οι κλιματικές περιοχές όπου χρειάζεται ψύξη και θέρμανση
- Το RETScreen® εκτιμά:
 - ▶ Κατανομή συχνότητας εξωτερικής θερμοκρασίας
 - ▶ Φορτία του κτιρίου σε συνάρτηση με εξωτερική θερμοκρασία
 - ▶ Ετήσιο ενεργειακό όφελος για θέρμανση και ψύξη χώρων
- Το RETScreen® εκτελεί μία ανάλυση σε ετήσια βάση και μπορεί να πετύχει ακρίβεια συγκρίσιμη με ωριαία μοντέλα προσομοίωσης
- Το RETScreen® προσφέρει σημαντική οικονομία στο κόστος προμελέτης

Ερωτήσεις ;



RETScreen® INTERNATIONAL

www.retscreen.net

Ενότητα Ανάλυσης Έργου Γεωθερμικών Αντλιών Θερμότητας
RETScreen® International Μάθημα Ανάλυσης Έργων Καθαρής Ενέργειας



Για περισσότερες πληροφορίες επισκεφθείτε την ιστοσελίδα RETScreen
www.retscreen.net