

ΕΘΝΙΚΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ 'ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗ'

Αθήνα, 20 Νοεμβρίου 2013

Παγκόσμια Αγορά Γεωθερμικής Ηλεκτροπαραγωγής

Δημήτριος ΜΕΝΔΡΙΝΟΣ και Κώστας ΚΑΡΥΤΣΑΣ

Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας

Γεωθερμικό Δυναμικό

- Γεωθερμική ενέργεια
 - Η θερμότητα της Γης
- Γεωλογικά περιβάλλοντα
 - Ηφαιστειακά
 - Θερμοί υδροφόροι
 - Γεωπιεσμένα
 - Θερμότητα στερεού φλοιού της Γης

Γεωθερμικό δυναμικό	Δις ΤΙΠ
Θερμότητα στερεού φλοιού	10.775.600
Ηφαιστειακά	327.360
Γεωπιεσμένα	55.924
Θερμοί υδροφόροι	18

Αποθέματα ορυκτών καυσίμων (τέλος 2011)	Δις ΤΙΠ
Άνθρακας	422
Πετρέλαιο	234
Φυσικό αέριο	188

από BP

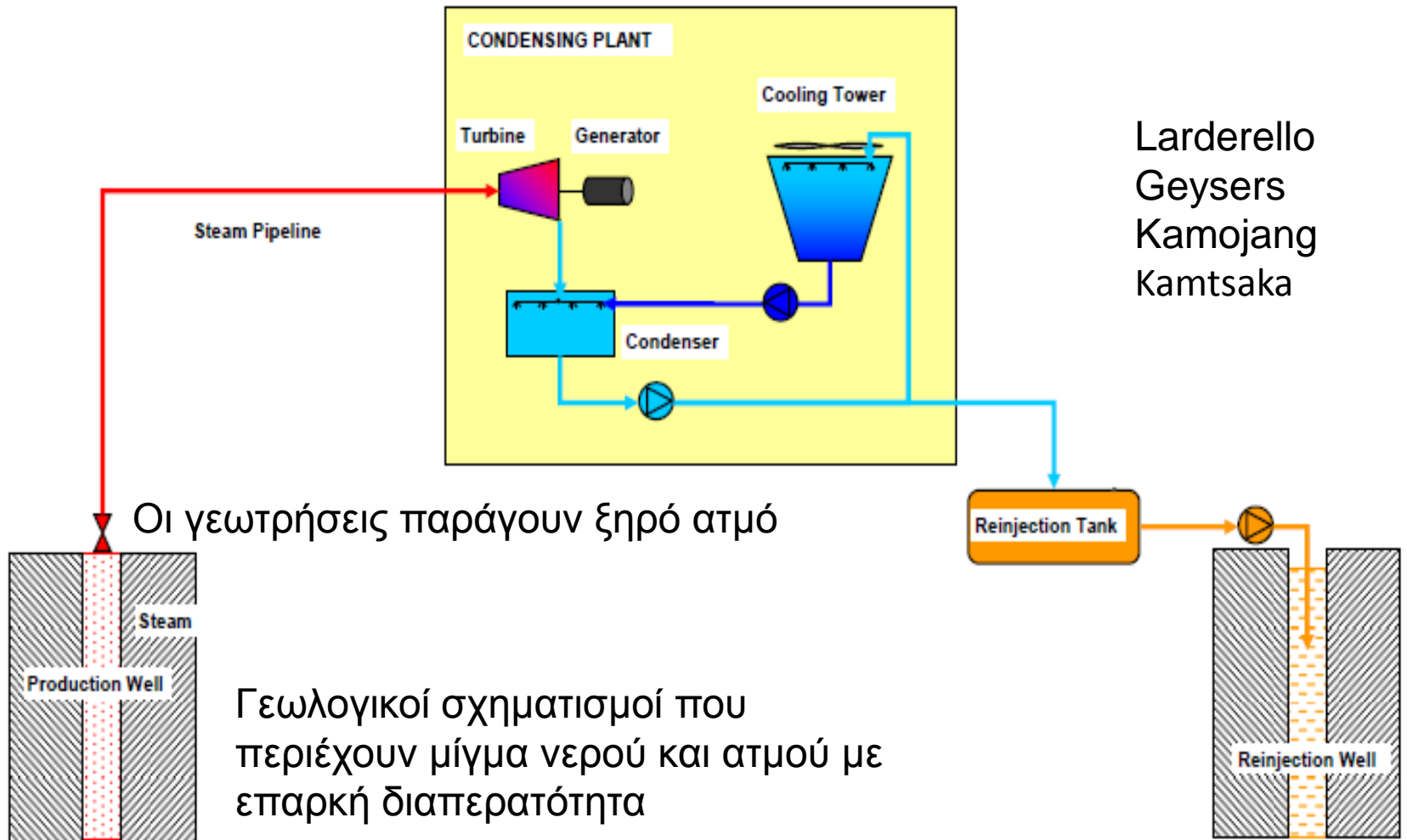
Τεχνολογία εκμετάλλευσης: παρόν

- Υδροθερμικά συστήματα
 - Γεωλογικοί σχηματισμοί που περιέχουν νερό ή/και ατμό με επαρκές πορώδες και διαπερατότητα
- Σταθμός ηλεκτροπαραγωγής
 - Οι γεωτρήσεις παράγουν ατμό \Rightarrow Σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής συμπύκνωσης ατμού
 - Οι γεωτρήσεις παράγουν μίγμα νερού και ατμού \Rightarrow Σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής διαχωρισμού και συμπύκνωσης ατμού
 - Οι γεωτρήσεις παράγουν νερό \Rightarrow Σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής δυαδικού κύκλου
 - Σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής μικτού κύκλου
 - Βάθη 2-4 km

Τεχνολογία εκμετάλλευσης: μέλλον

- Εμπλουτισμένα γεωθερμικά συστήματα (EGS)
 - Ανεπαρκής διαπερατότητα για εμπορικά εκμεταλλεύσιμη παροχή από γεωτρήσεις
 - Δημιουργείται τεχνητή διαπερατότητα με υδραυλική θραύση των πετρωμάτων, διαλυτοποίηση των πετρωμάτων, κ.ά.
 - Διοχετεύεται επιφανειακό νερό το οποίο κυκλοφορεί διαμέσου του συστήματος προκειμένου να μεταφέρει την υπόγεια θερμότητα στην επιφάνεια
 - Βάθη 3-5 km
 - Το μέλλον έχει ήδη αρχίσει: οι πρώτοι σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής από EGS είναι ήδη σε λειτουργία
 - Ο πρώτος σταθμός EGS παράγει ηλεκτρισμό στο Soultz της Γαλλίας
- Υπερκρίσιμα γεωθερμικά ρευστά
 - $>350^{\circ}\text{C}$ από βάθη 5-10 km

Σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής ατμού

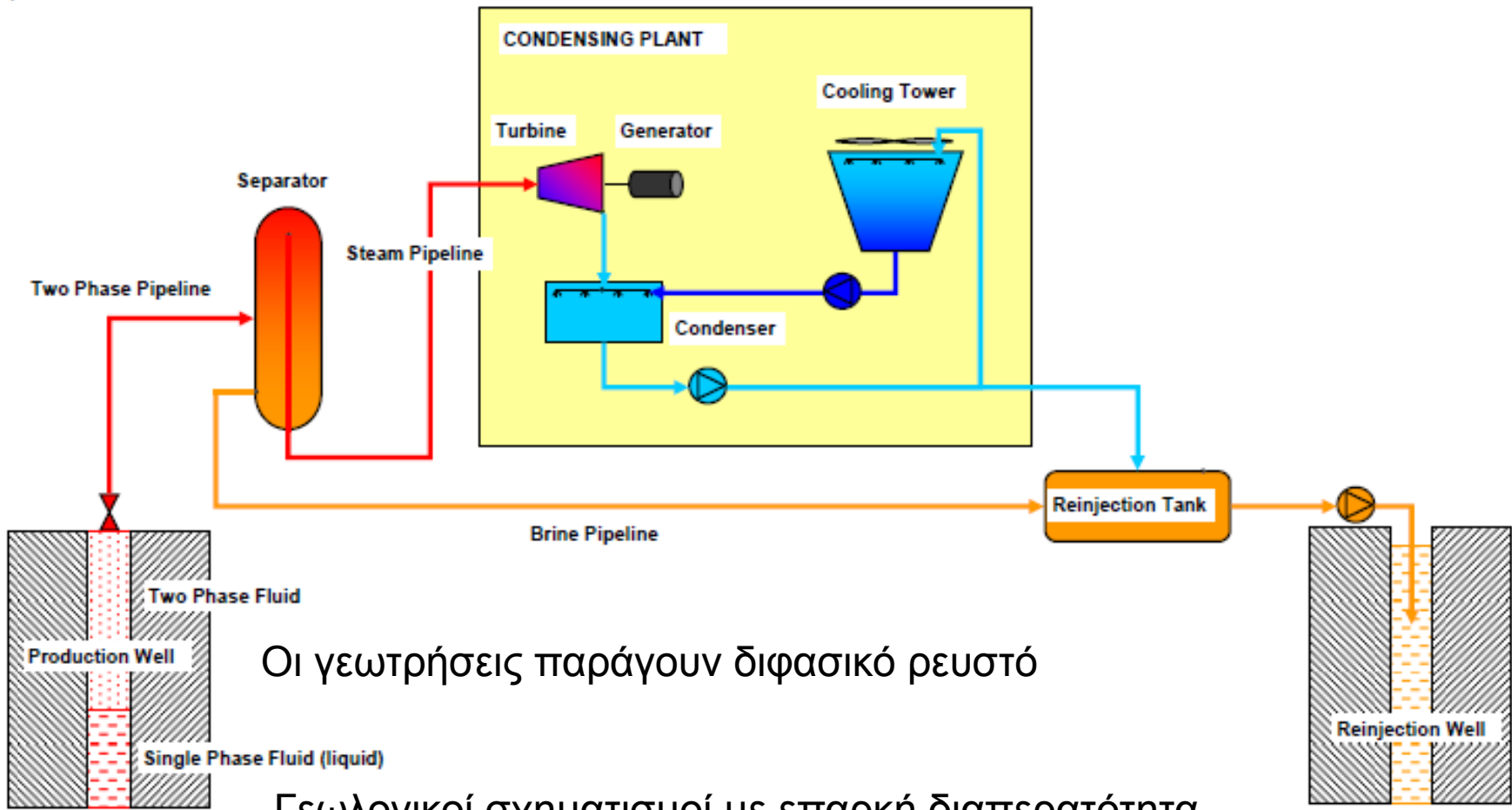


Σταθμός 40 MW Nuova San Martino, Larderello



*Photo from Cappetti G., Romagnoli P. and Sabatelli F. (2010).
Geothermal Power Generation in Italy 2005–2009 Update Report*

Σταθμοί διαχωρισμού & συμπύκνωσης ατμού



Οι γεωτρήσεις παράγουν διφασικό ρευστό

Γεωλογικοί σχηματισμοί με επαρκή διαπερατότητα που περιέχουν νερό ή νερό/ατμό

Σταθμός 130 MWe Nga Awa Purua

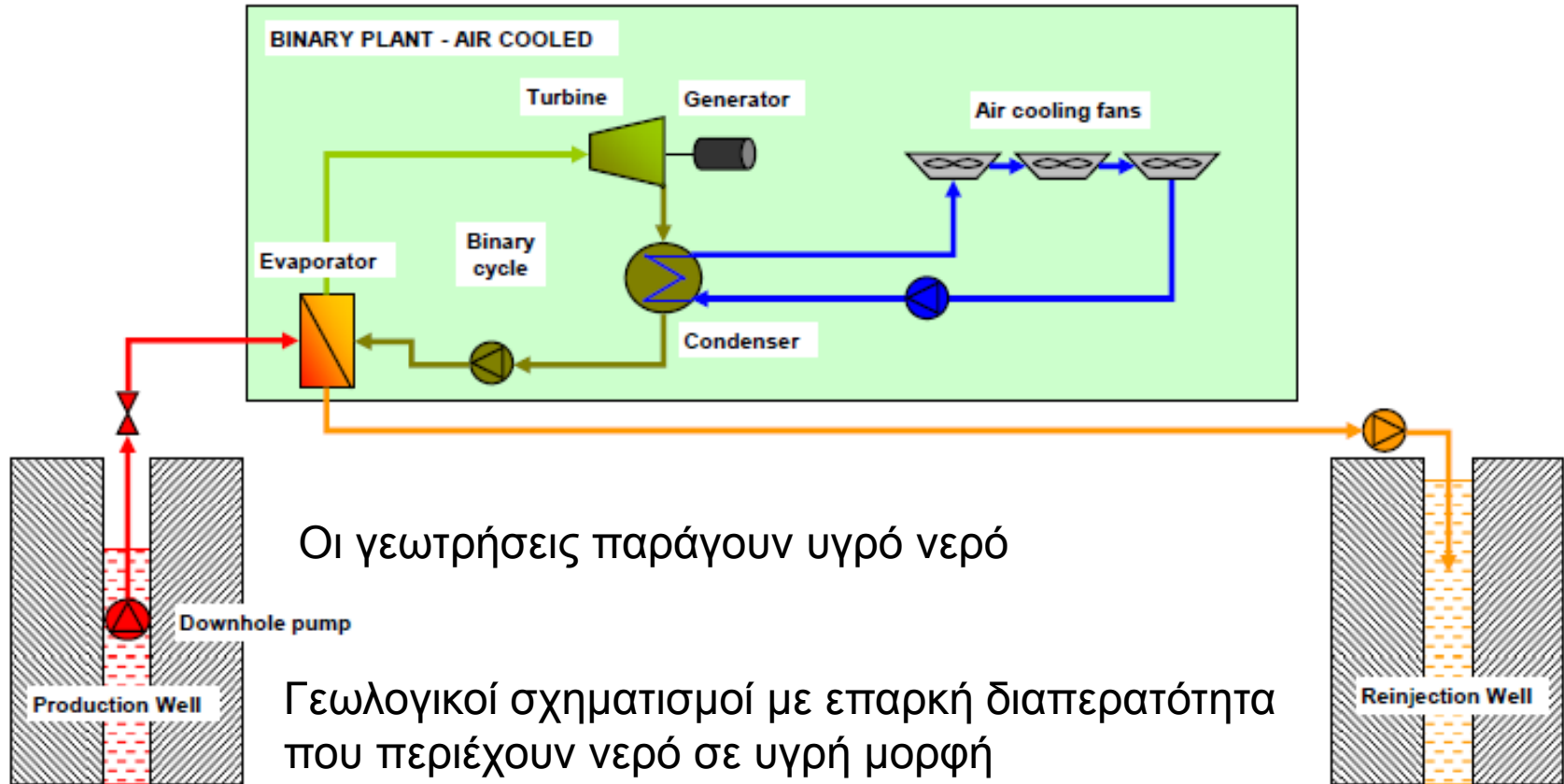


Σταθμός 15 MWe Buillante



Photo: Jaudin F (2006). Geothermal fields of Guadeloupe, Martinique and La Réunion.

Σταθμοί δυαδικού κύκλου



Οι γεωτρήσεις παράγουν υγρό νερό

Γεωλογικοί σχηματισμοί με επαρκή διαπερατότητα που περιέχουν νερό σε υγρή μορφή

Μονάδα 200 kW Simbach-Braunau



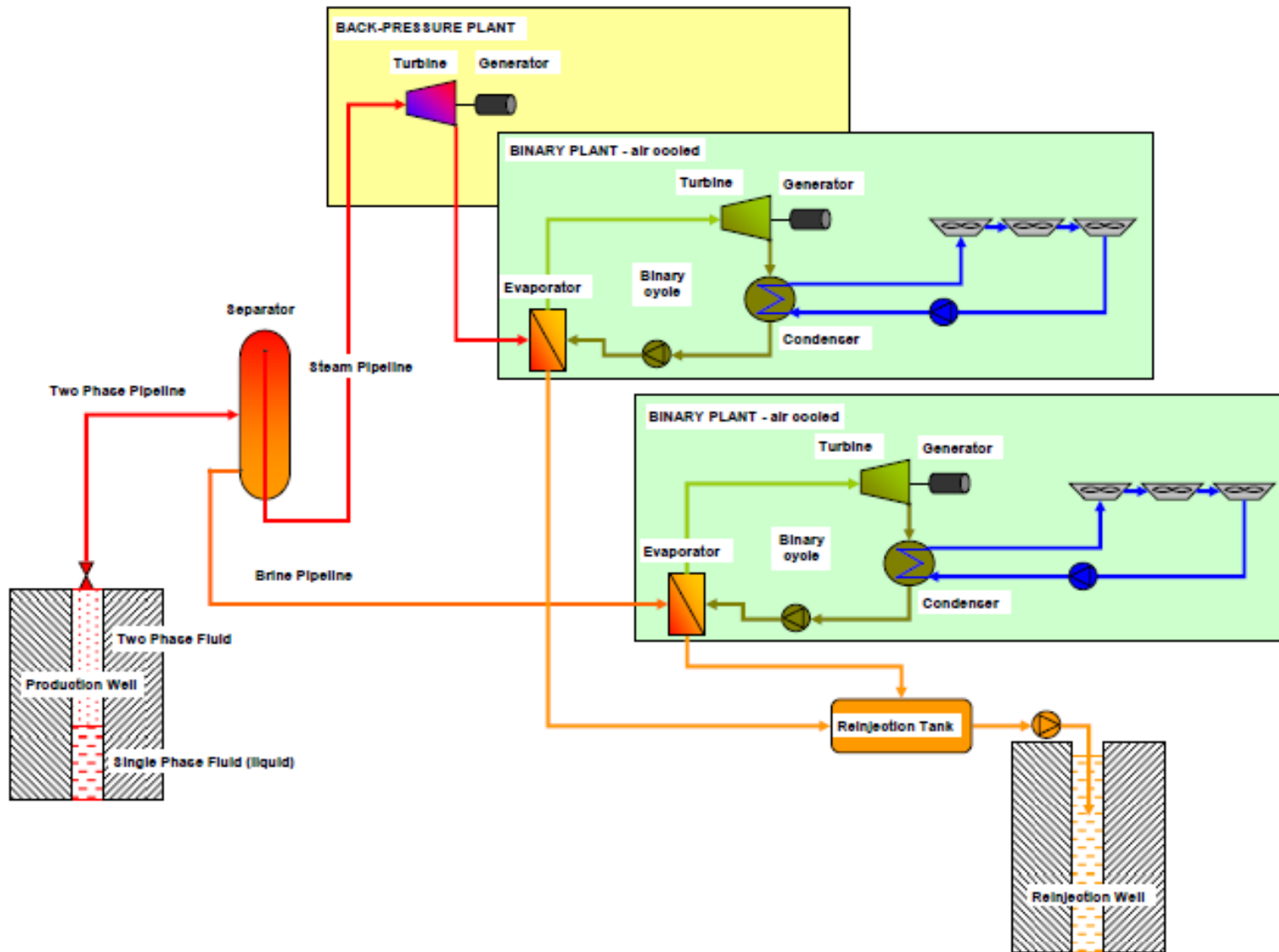
Σταθμός EGS 2,1 MWe Soultz



Source:



Σταθμοί μικτού κύκλου



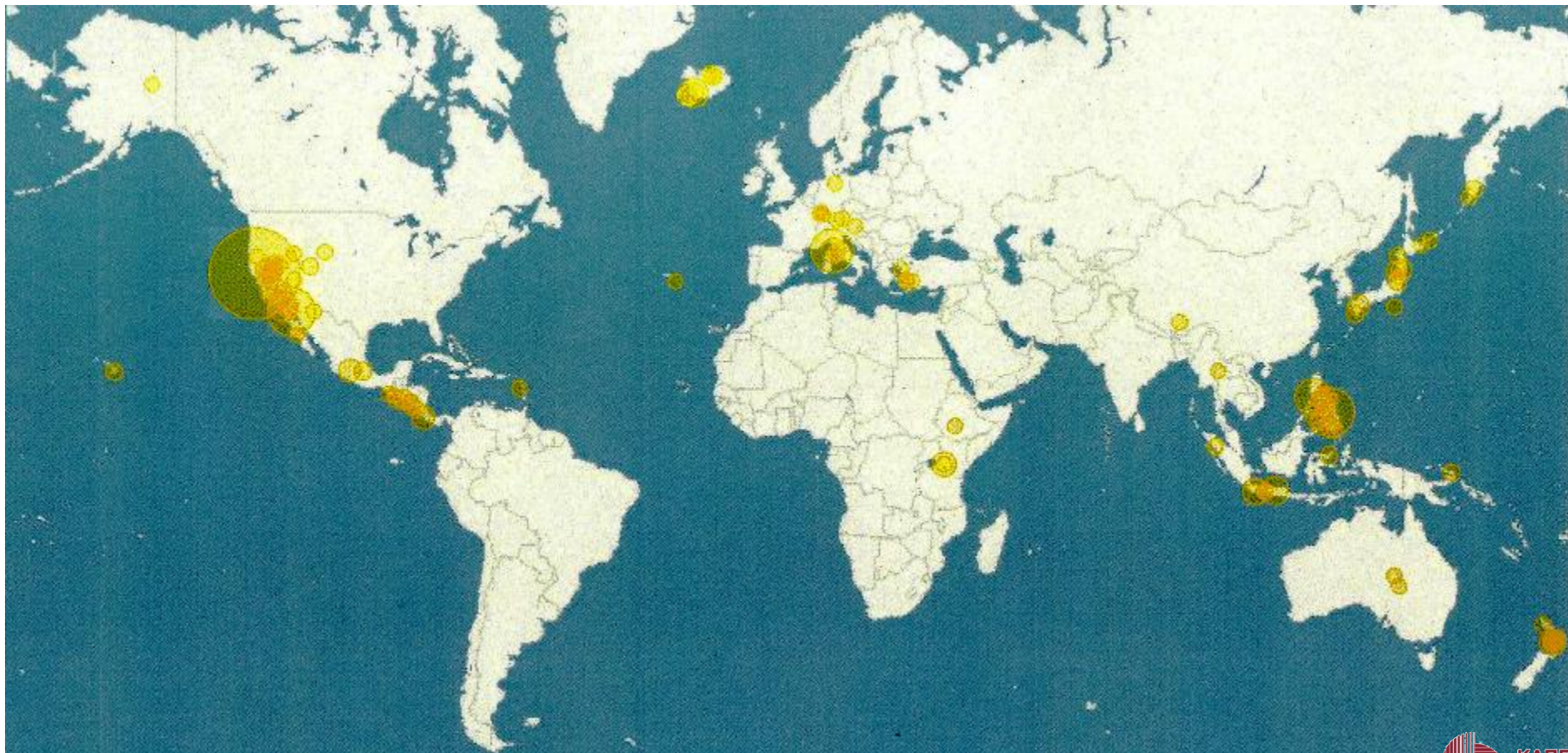
Σταθμός 34 MWe Rotokawa



Photo: Mighty River Power & Tauhara North No 2 Trust Brochure

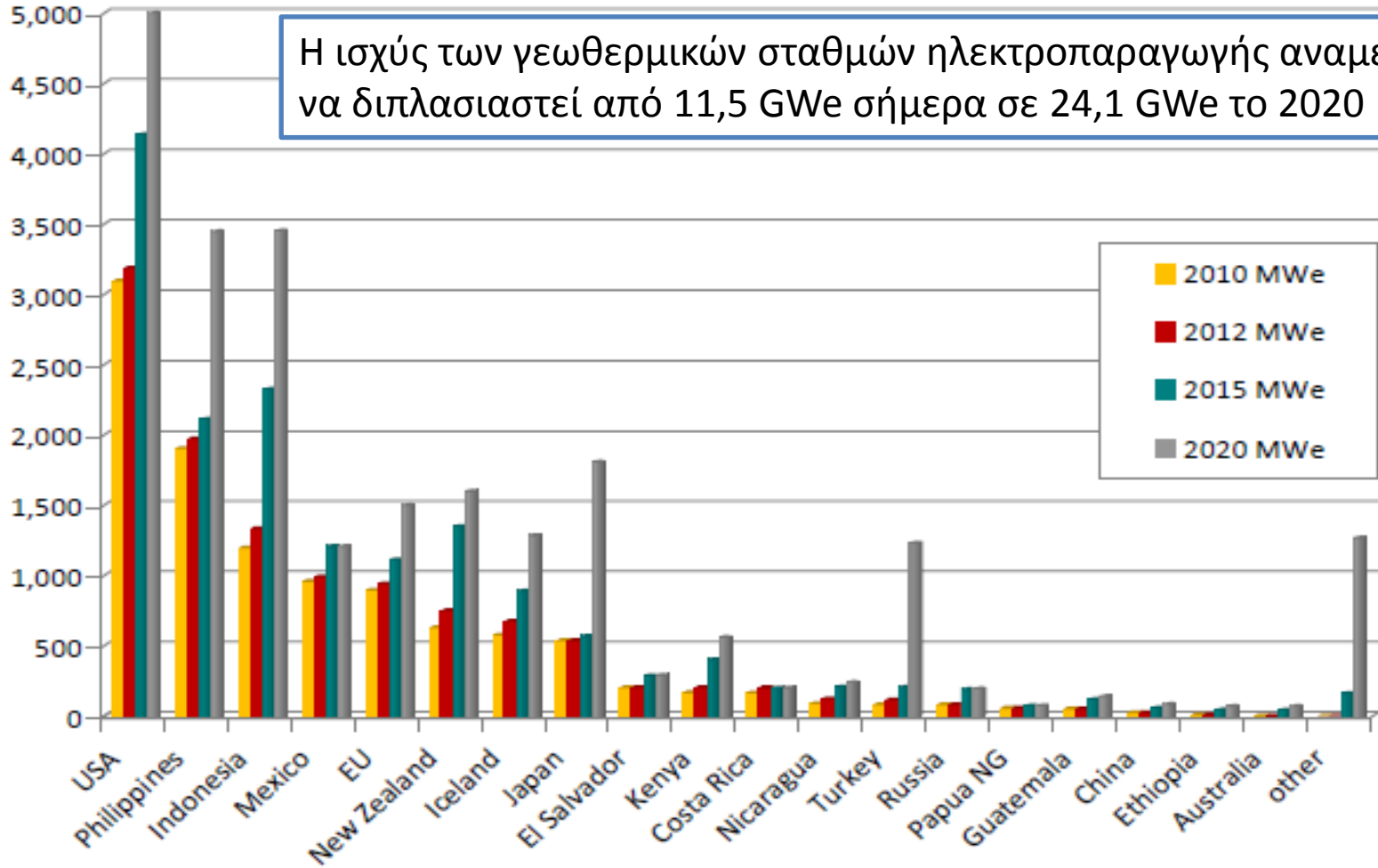
Γεωγραφική θέση γεωθερμικών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής

- Όρια λιθοσφαιρικών πλακών
- Υδροθερμικά συστήματα
- Ηφαιστειακό γεωλογικό περιβάλλον

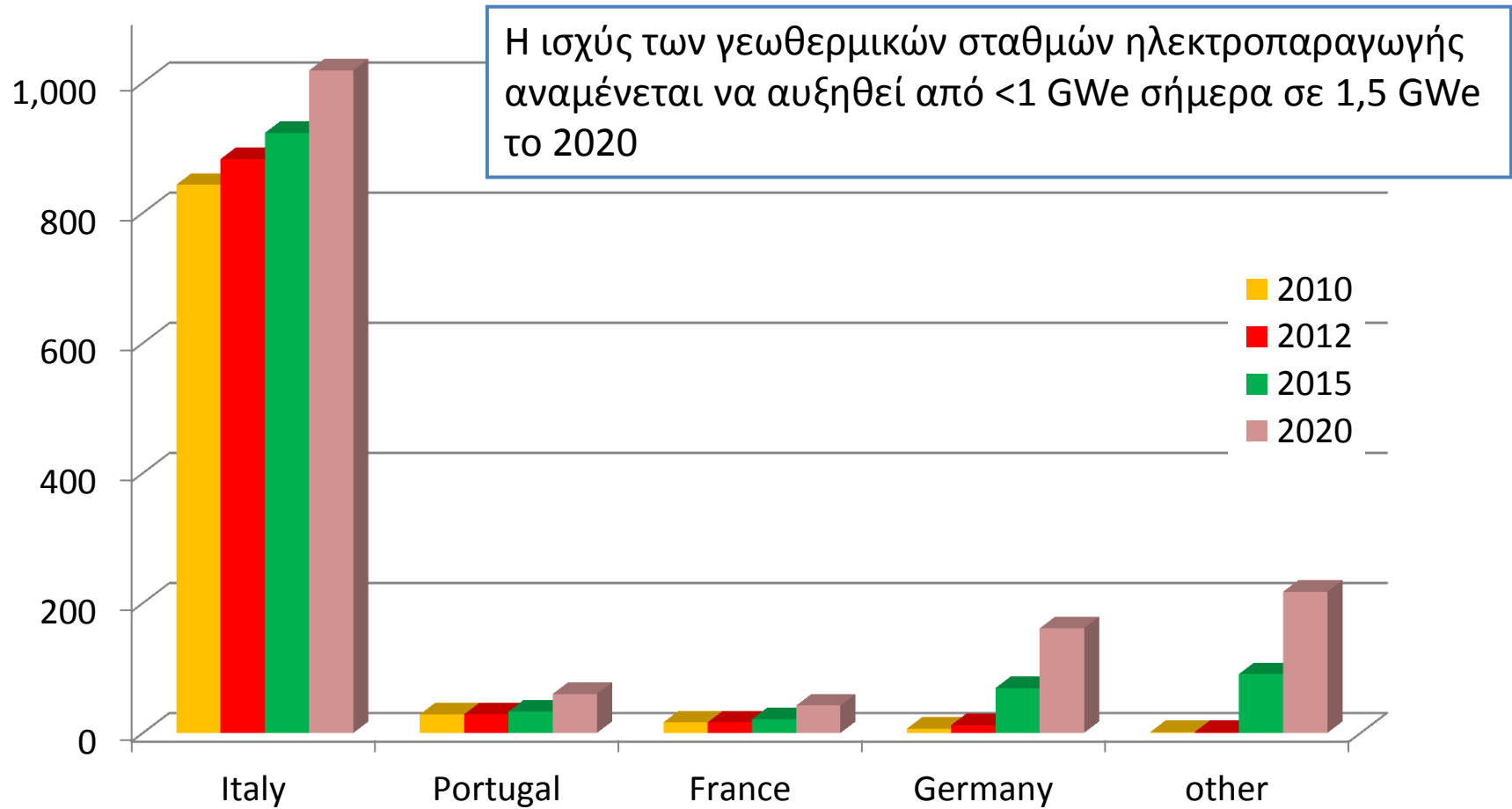


Εγκατεστημένη ισχύς: υφήλιος

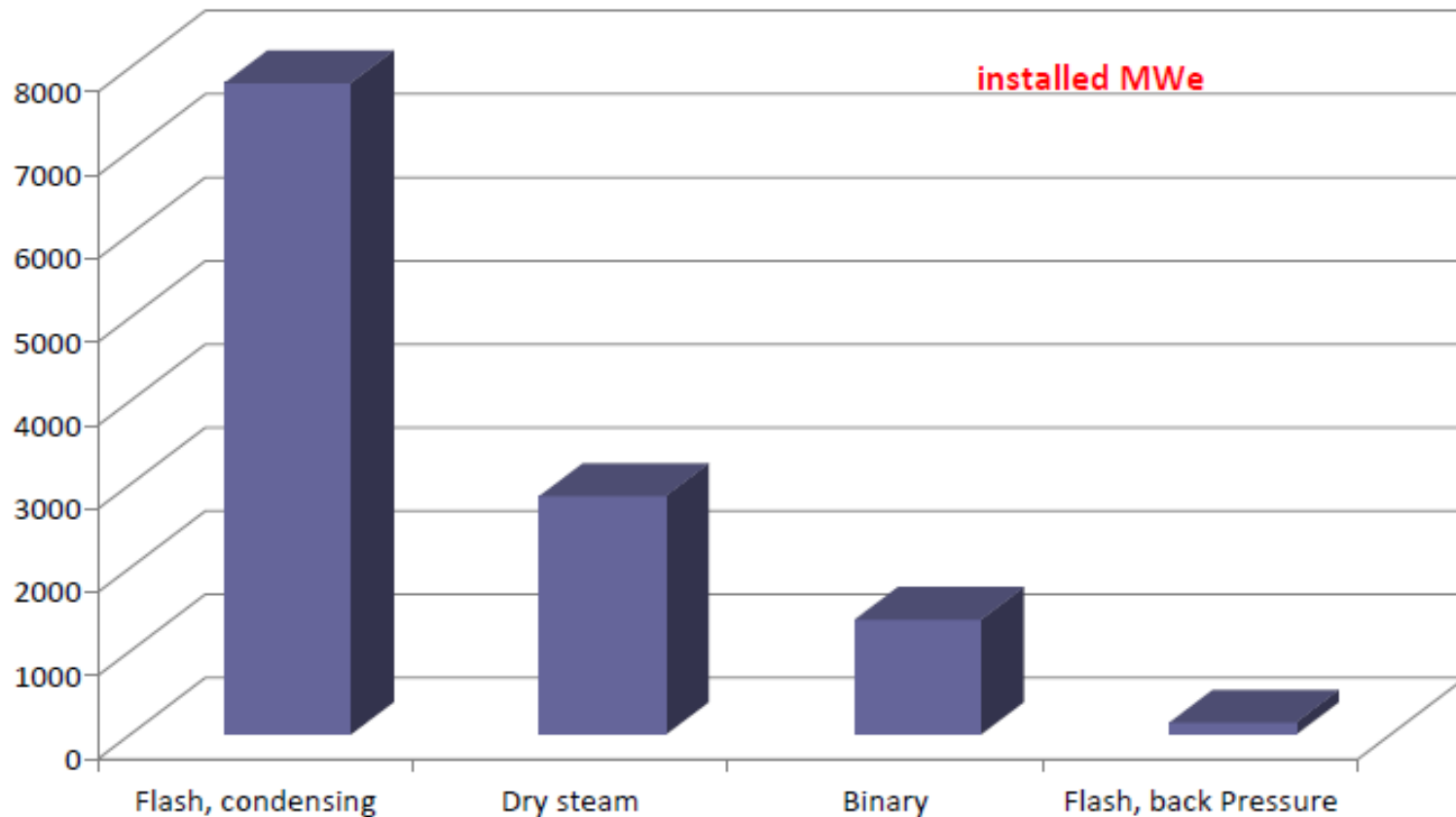
Η ισχύς των γεωθερμικών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής αναμένεται να διπλασιαστεί από 11,5 GWe σήμερα σε 24,1 GWe το 2020



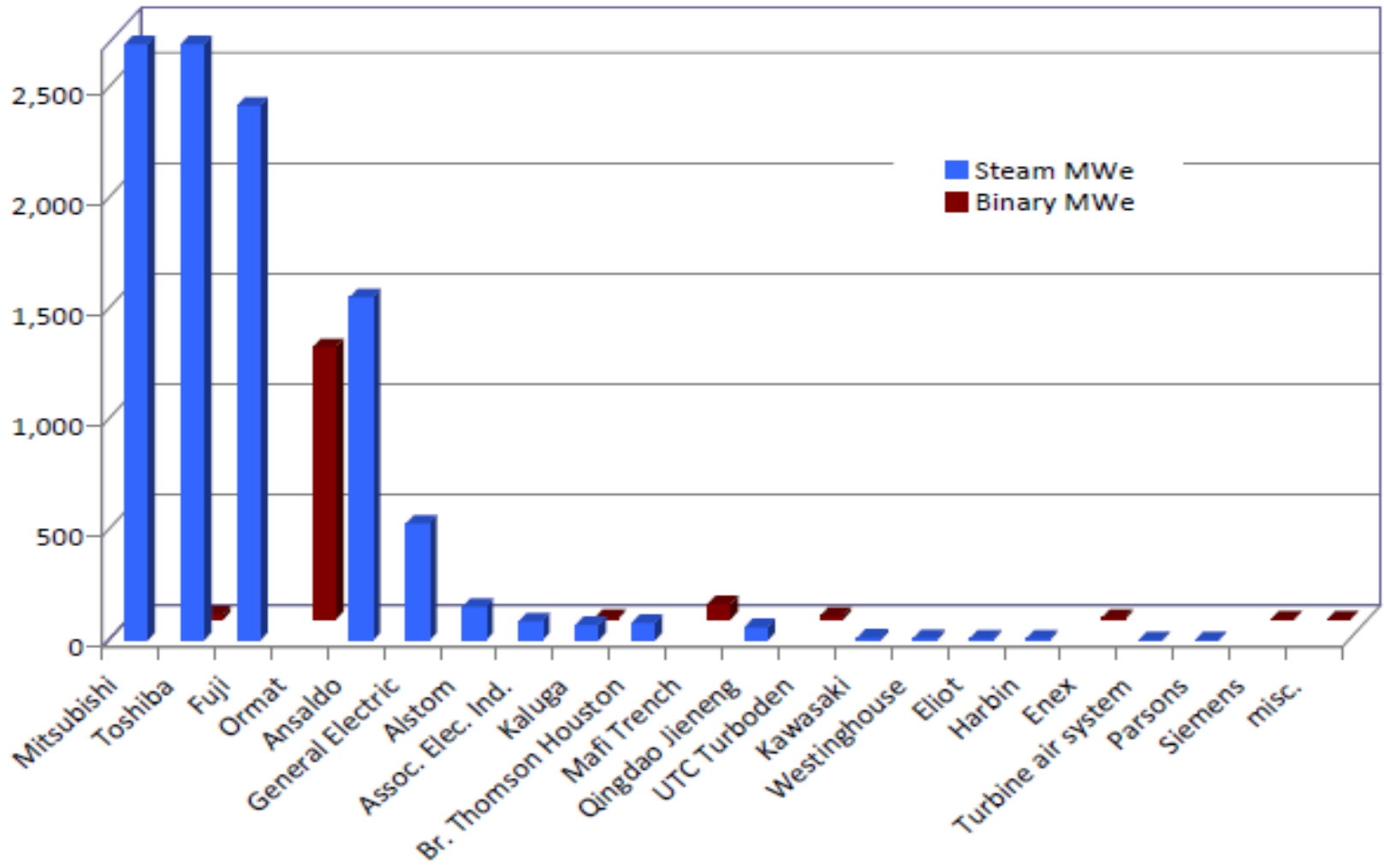
Εγκατεστημένη ισχύς: Ευρωπαϊκή Ένωση



Κατηγορίες σταθμών



Κατασκευαστές σταθμών



Κόστος κεφαλαίου και παραγωγής ενέργειας

Πρόσφατες μονάδες	Επένδυση, €/MWe			Κόστος παραγόμενης ενέργειας, €/kWh		
	Flash	Binary	EGS	Flash	Binary	EGS
Ινδονησία, NZ	2.300.000			0,044		
Κένυα	2.500.000			0,048		
Τουρκία	2.750.000			0,066		
Φιλιππίνες	3.500.000			0,069		
Χιλή	3.600.000			0,072		
ΗΠΑ	2.700.000	3.100.000	6.200.000	0,055	0,060	0,100
ΕΕ		4.500.000	11.600.000		0,090	0,213
- Γερμανία		6.500.000			0,104	

Μέγεθος και ρυθμός ανάπτυξης αγοράς

	2012			2012-2020	
	Ισχύς MWe	πωλήσεις ηλεκτρισμός GWh	αξία δισ €	Ετήσιος ρυθμός ανάπτυξης ισχύς MWe	επενδύσεις δισ €
Υφήςλιος	11.456	71.887	7,2	1.588	4,4
ΕΕ	941	5.982	0,9	70	0,5

Εμπόδια ανάπτυξης της αγοράς

- Χρονοβόρες διαδικασίες εκμίσθωσης δικαιωμάτων εκμετάλλευσης γεωθερμικού δυναμικού
- Απουσία θεσμικού πλαισίου
- Υψηλό ρίσκο επένδυσης
- Πρόσβαση σε χρηματοδότηση
- Λίγες εταιρείες ανά την υφήλιο έχουν την απαραίτητη τεχνογνωσία και το αναγκαίο εξειδικευμένο προσωπικό

Κίνητρα: ΗΠΑ

Jurisdiction	Statute	Incentive Title	Tax	Type	Taxpayer	yrs	Amount	Max	Expire
Federal	§45	Renewable Electr. Prod.	Income	Credit	Producer	10	\$0.022/kWh	-	2013
	§48	Investment Energy Property	Income	Credit	Owner	5	10%	-	2016
	§168(e)3	Certain Energy Property	Income	Deduction	Owner	5	200% DB	-	2016
	§54C	New Clean RE Bonds	Income	Credit	Holder	-	0 interest	-	Limit
Alabama	§40-18-	Altern. Energy Prod. Fact.	Income	Credit	Utility	20	5%	-	2015
	§40-9B-4	Altern. Energy Prod. Fact.	Property	Abatement	Utility	-	100%		2018
Delaware	§2040	Clean Energy Mfg Jobs	Income	Credit	Manufacturer	-	\$750/J & \$100k	\$500k	-
Florida	196.175	RES Devices	Property	Exemption	Owner	10	100%	-	-
	220.193	Renewable Energy Prod.	Income	Credit	Producer	-	\$0.01/kWh	\$1mio	2016
Maryland	§10-720	RE Production	Income	Credit	Producer	5	\$0.0085/kWh	\$2.5mio	2015
N. Jersey	§54:10A	Altern. Energy Tech. Co	Income	Credit	Investor	3	30%	\$500k	-
	§54:4-3.	RE Systems	Property	Exemption	Owner	-	100%		

... non exhaustive

Εγγυημένες τιμές πώλησης παραγόμενης ενέργειας (ή ισοδύναμες) - πριμοδότηση

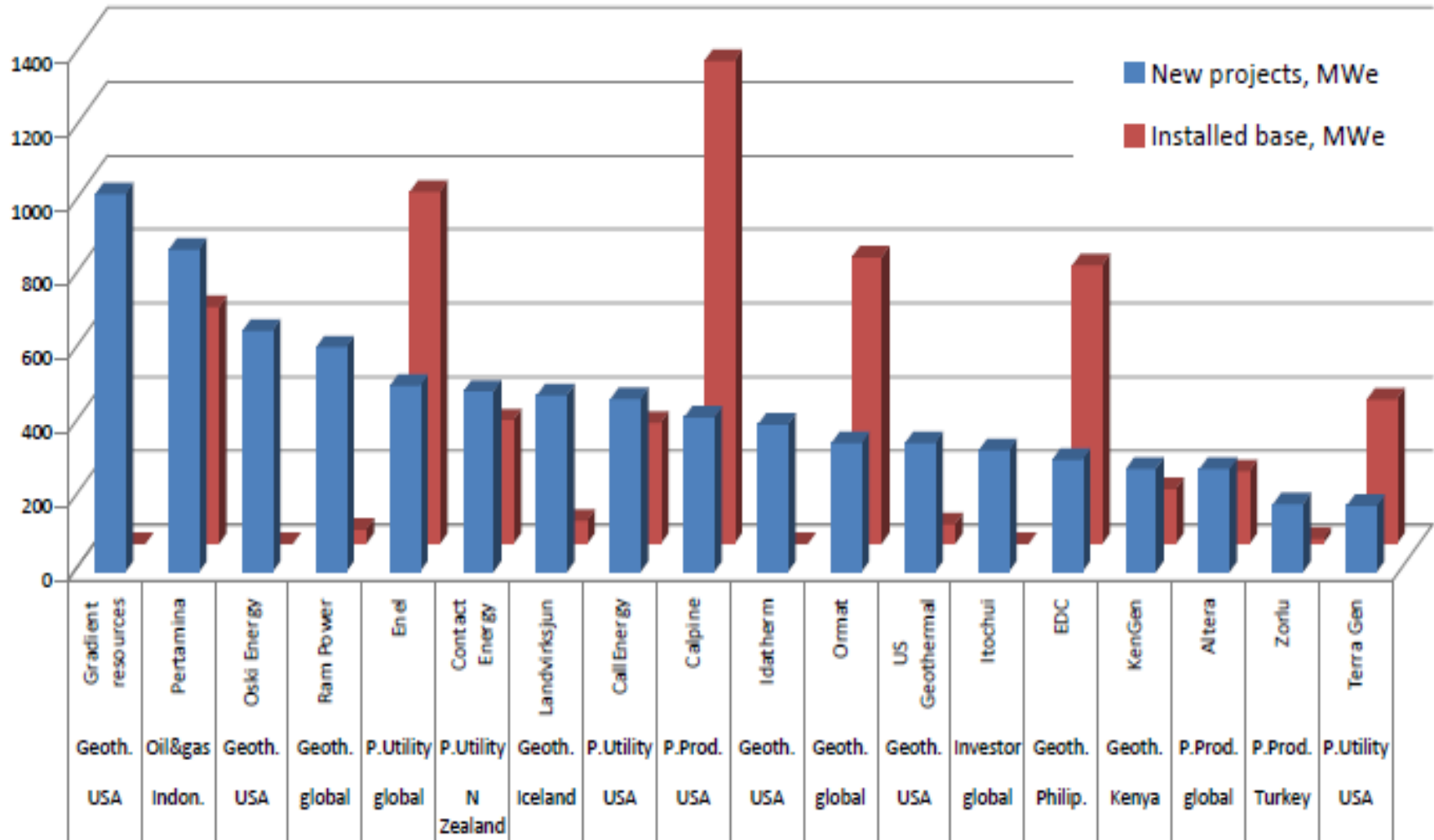
country	€/kWh	country	€/kWh	country	€/kWh
Japan <15MW	0,4077	Italy	0,1300	Estonia	0,0537
>15MW	0,2692	- feed-in premiums	0,0800	- feed-in premium	
Switzerland <5 MW	0,3330	Croatia	0,1590	Romania max-min	0,1100
>20MW	0,1890			2 green cert. per MWh	0,0540
Germany EGS	0,3000	Slovenia	0,1524	Hungary max-min	0,1070
other	0,2500	- feed-in premium	0,1036		0,0390
France continental	0,2800	UK	0,1422	Turkey max-min	0,1020
	0,2000	- 2 ROCs per MWh			0,0390
France overseas	0,1600	Indonesia max - min	0,1308	Belgium min	0,0900
	0,1300		0,0833	- green certificates	
Slovakia	0,1905	Greece	0,1220	Portugal – Azores	0,0840
				Austria	0,0743
Czech Rep.	0,1810	Netherlands	0,0680	Spain	0,0765
- feed-in premium	0,1420	- feed-in premium		- feed-in premium	0,0427

Η τάση είναι να αντικατασταθούν τα εγγυημένα τιμολόγια από πριμ

Χρηματοδότηση: αναπτυσσόμενες χώρες

- Δικαιώματα εκπομπών άνθρακα
- Παγκόσμια Τράπεζα: \$1710 million total, \$336 in 2012
- Ευρωπαϊκή τράπεζα επενδύσεων: \$256 million
- Ασιατική αναπτυξιακή τράπεζα: \$557
- Αφρικανική αναπτυξιακή τράπεζα: \$129 million
- Δια-αμερικανική αναπτυξιακή τράπεζα: \$416 million
- Ιαπωνική υπηρεσία διεθνούς συνεργασίας
- Γαλλική αναπτυξιακή τράπεζα
- Γερμανική αναπτυξιακή τράπεζα KfW
- Εθνικές αναπτυξιακές τράπεζες

Εταιρείες που αναπτύσσουν την αγορά



~65% της υπό κατασκευή παγκόσμιας ισχύος γεωθερμικής ηλεκτροπαραγωγής

Ευχαριστώ για την προσοχή σας