



μ μ

μμ

:

:

μ

μ

μ

μ :

9

:

.

,

.

.

.

.

μ

μ

,

:



μ μ μ μ ,
 μ μ .
 μ μ μ :
 μ μ (. .) .
 μ μ μ μ μ ,
 μ μ μ μ μ .
 μ , μ μ μ μ .



1. μ

μ

μμ μ

μ

μ

μ

,

)

μ

μ

μ

(μ

-

μ

μ

μ

(

).

μ

μ

μ

,

,

μ

μ

μ

.

μ

μ

,

μ

μ

μ

.

μ

μ

.

μ

(

,

,

)

μ

,

μ

.

,

μ

μ

μ

μ

.

μ

μ

μ

μ

μ

,

μ

.

➤ N

20

(μ)

μ

.

μ ,

μ

μ

μ

.

μ

μ

« μ » (peak oil), μ

μ

.

« μ

μ

μ

»

(Larson, 2006),

μ

μ

μ

(μ

2010)

μ

μ

μ

(Kerr and Service, 2005).

μ

Hubbert (1956),

μ

μ

1970,

μ

μ

μ

50

(2006).

μ

μ

μ

μ

μ

Hubbert,

μ

μ

μ

μ

.

➤ N

(Campbell, 2005). (Department of Energy),

13 TW, 25-30 TW 2050 40-50 TW 2100. (Grabtree and Lewis, 2007 Grabtree et al., 2005 Lewis and Crabtree, 2005).

14 TW 2050 33 TW 2100. (Grabtree and Lewis, 2007 Grabtree et al., 2005 Lewis and Crabtree, 2005).

➤ N

μ

μ

μ :

•

μ

μ

μ μ

μ

,

•

μ

.



μ μ .

μ . μ ,

μ μ .

μ , μ , μ .

μ , μ μ , μ .

(Vernon, 2007) , μ .

μ μ .

(. . . μ)

μ , μ

μ , μ .

μ μ .

() . μ μ «μ μ »

μ μ .



. 1

μ

μ

Μέγεθος	Τιμή	Σύγκριση με την ηλιακή ενέργεια
Σημερινός ρυθμός ανθρωπογενούς παραγωγής και κατανάλωσης ενέργειας στον πλανήτη	13 TW = 13×10^{12} W	Ισοδυναμεί με το 0.01% του ρυθμού με τον οποίο τροφοδοτείται η Γη με ηλιακή ενέργεια ($120 \text{ PW} = 1.2 \times 10^5 \text{ TW} = 1.2 \times 10^{17}$ W).
Ενέργεια που απελευθερώθηκε από το σεισμό του Ινδικού Ωκεανού το 2004, μεγέθους 9.1-9.3 της κλίμακας Richter	3.35 EJ = 3.35×10^{18} J	Ισοδυναμεί με την ηλιακή ενέργεια που φτάνει στη Γη σε λιγότερο από μισό λεπτό
Ετήσια χρήση ενέργειας για όλες τις ανθρώπινες δραστηριότητες στον πλανήτη	460 EJ = 460×10^{18} J	Ισοδυναμεί με την ηλιακή ενέργεια που φτάνει στη Γη σε περίπου 1 ώρα
Ενεργειακό περιεχόμενο του συνόλου των εκμεταλλεύσιμων αποθεμάτων πετρελαίου στον πλανήτη	17 ZJ = 17×10^{21} J	Ισοδυναμεί με την ηλιακή ενέργεια που φτάνει στη Γη σε μία ημέρα και 14 ώρες

Πηγή: Grabtree and Lewis (2007) για το πλείστο των στοιχείων.

➤ N

(,) μ μ μ μ μ μ μ μ

μ , ,

() μ (1970 μ)

() μ μ μ μ
μ 30

() μ μ μ μ
μ (Kerr, 2005)

() μ μ
μ - μ (Grabtree and
Lewis, 2007).



μ μ () . 2001/77
μ - μ , μ
22.1% . 12% 2010
μ
2010 , μ
-μ μ μ - μ 20.1% .
μ ,
μ .
μ . 2.



.2

μ

2010.

Τεχνολογία	Απαιτήσεις ισχύος το 2010 (MW)	Παραγωγή ενέργειας το 2010 (TWh)	Ποσοστιαία % συμμετοχή ανά τύπο ΑΠΕ το 2010
Αιολικά πάρκα	3 372	7.09	10.42
Μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα	3 325	4.58	6.74
Μικρά υδροηλεκτρικά έργα	364	1.09	1.60
Βιομάζα	103	0.81	1.19
Γεωθερμία	12	0.09	0.13
Φωτοβολταϊκά	18	0.02	0.03
Σύνολα	7 193	13.67	20.10

Πηγή: ΥΠΑΝ (2005)



.3

A/A	ΥΗΦ	Ποταμός	Έτος ένταξης	Αριθμός εγκατ. μονάδων	Επινολική εγκατ. ισχύς (MW)	Ωφέλιμη χωρητικότητα ταμιευτήρα (hm ³)
1	Κρεμμυδιά	Μέσος Αχελώος	1965	4	437.2	2 820.0
2	Κασπράκι		1970	4	320.0	74.0
3	Στράτος I+II		1988	2+2	156.2	14.0
Σύνολο συγκροτήματος					913.4	2 908.0
4	Πλαστήμας*	Ταυρωπός (Αχελώος)	1962	3	129.3	300.0
5	Πηγές Αώου***	Αώος και Αραχθός	1990	2	210.0	170.0
6	Πουρνάρι Γ		1981	3	300.0	373.0
7	Πουρνάρι Π		1988	3	33.6	4.5
Σύνολο συγκροτήματος					543.6	497.5
8	Λάδωνας	Λάδωνας	1956		70.0	50.0
9	Άγρας	Βόδας	1956		50.0	
10	Εδεσσαίος	Εδεσσαίος	1969		19.0	
11	Πολίμνιο	Αλιάκμονας	1974	3	375.0	1 300.0
12	Σφηκιά****		1985	3	315.0	20.0
13	Ασώματα		1985	2	108.0	14.0
Σύνολο συγκροτήματος					808.8	1 334.0
14	Θησαυρός****	Νέστος	1997	3	384.0	680.0
15	Πλατανόβρυση		2000	2	116.0	72.0
Σύνολο συγκροτήματος					500.0	752.0
ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ					3054.1	

*Εκτροπή Αχελώου προς Θεσσαλία

**Εκτροπή Αώου προς Αραχθό

***Αντιστρεπτός σταθμός (Ανέλξη από Ασώματα προς Σφηκιά)

****Αντιστρεπτός σταθμός (Ανέλξη από Πλατανόβρυση προς Θησαυρό)

➤ N

μ , μ
μ 15 TWh , μ μ μ
μ μ μ 30%
μ , μ
μ 10%.

μ
.3 μ .

μ μ 2010 .4
μ μ
.5.



. 4

μ

μ

2010.

A/A	ΥΗΕ	Ποταμός	Συνολική εγκατ. ισχύς (MW)
1	Μεσοχώρα	Άνω Αχελώος	161.6
2	Συκιά		126.5
3	Πευκόφυτο		160.0
4	Μετσοβίτικος	Αραχθος	25.0
5	Γλαρίωνας	Αλιάκμονας	120.0
6	Τέμενος	Νέστος	19.0
Σύνολο			612.1

Πηγή: ΥΠΑΝ, 2005

. 5

μ

.

Ποταμός	Θέση μελλοντικού υδροηλεκτρικού έργου
Αραχθος	Στενό, Καλαρίτικος, Άγιος Νικόλαος (ή/και Πιστιανά)
Καλαμάς	Μινίνα, Βροσίνα, Σουλόπουλο, Γλύζιανη
Αώος	Αρματα, Βωβούσα, Ελεύθερο, Αγία Βαρβάρα, Πυρσόγιαννη, Επταχώρι
Αλιάκμονας	Ελάφι, Νεστόριο, Κορομηλιά, Σπήλαιο, Μετόχι, Τρίκομο
Αχελώος	Τρικεριώτης, Μαρκόπουλο, Βίνιανη, Αυλάκι

Πηγές: Θεοδωράκης κ.ά. (2000), Στεφανάκος (2002)



3.

μμ , μ μ μ
μ 1920, μ μ ,
.
μ (μ μ) μ 15 MW (
15 MW).
μ . 6.



• .6

μ

A/A	Μικρός ΥΗΣ	Περιοχή	Έτος ένταξης	Εγκατ. ισχύς (MW)
1	Γλαύκος	Πάτρα	1927	1.60
2	Αγυιά	Χανιά	1929	0.30
3	Αγ. Ιωάννης	Σέρρες	1931	0.30
4	Τριπόταμος	Βέροια	1929	1.80
5	Λούρος I, II	Ηπειρος	1954	5.00
6	Λούρος III	Ηπειρος	1964	5.00
8	Γκιώνα	Άμφισσα	1989	8.00
9	Σμόκοβο	Θεσσαλία	2005	10.0
10	Μακρυχώρι	Βέροια	1992	10.8
11	Βέρμο II	Βέροια		
12	Βέρμο III	Βέροια		
13	Άγγιστρο	Σέρρες		
14	Τσιβλός	Ακράτα	1998	1.25

Πηγή: Παπαντώνης (2002) μετά από μετατροπές

➤ N

μ , μ , μ , μ , μ 1985
(, 2002).

μ , μ ,
 μ .



149,53 μ 48

250 μ

(, 2006).

)

(' μ μ
430 MW μ

μ μ ,
μ 14%.

μ 250 μ μ μ



.3, μ - μ - ELECTROWATT- -
(, 1996), μ
, μ
(μ , 80% 71%, μ)
 μ) μ
 μ ,
 μ .



5.

μ . μ μ ,
 . μ μ μ
 (μ μ μ)
 μ . μ ,
 μ . μ (μ μ ,
 200 μ 300 m) μ μ ,
 , μ μ μ μ *

* 1 m³ 300 m μ n = 0.80 E = mgh/n = 1000 × 9.81 × 300/0.8 =
 3.7 × 10⁶ J 1 kWh. 1 ha (μ 1 m , μ μ) 10 000 kWh = 36 000
 MJ. , μ μ μ 0.05 €/kWh (μ 0.07 €/kWh – 36
 μ μ , 0.06 €/m³), 500 €/ha. μ μ
 000 MJ / 14 MJ/kg = 2 500 kg (Smil, 2006, . 16). μ μ 10 000 kWh × (1.0-1.6
 kg/kWh) = 10 000-16 000 μ kg CO₂.

➤ N

, μ
(μ (. .) , μ) ,

μ
(. .) μ .

μ μ μ μ , μ , μ μ

Grabtree, G. W. and N. S. Lewis, Solar energy conversion, *Physics Today*, 60(3), 37-42, 2007
(<http://link.aip.org/link/PHTOAD/v60/i3/p37/s1/pdf>).

Crabtree, G., N. Lewis, A. Nozik, M. Wasielewski, and P. Alivisatos, *Solar Energy: Challenges and Opportunities*, BES Workshop on Basic Research Needs for Solar Energy Utilization. April 21-24, 2005
(www.msdl.anl.gov/events/colloquium/docs/GWC_Solar2_1-06.ppt)

Campbell, C., The end of the first half of the age of oil, IV International workshop on oil and gas depletion. Lisbon, Portugal, 2005 (<http://www.cge.uevora.pt/aspo2005/abstracts.php>).

Hubbert, M.K., Nuclear Energy and the Fossil Fuels, Presented before the Spring Meeting of the Southern District, American Petroleum Institute, San Antonio, Texas, March 7-9, 1956.

Kerr, R.A. and Service, R.F., What Can Replace Cheap Oil--and When?, *Science*, 309, 101, 2005.

Larson, R., The Future is Renewable Energy, *Solar Today*, 20(2), 4, 2006.

Lewis, N. S., and G. Crabtree, Basic research needs for solar energy utilization, Report on the Basic Energy Sciences Workshop, Office of Basic Energy Science, US Department of Energy, 2005
(http://www.sc.doe.gov/bes/reports/files/SEU_rpt.pdf).

Vernon, C., Will Nuclear Fusion Fill the Gap Left by Peak Oil?, 2007 (<http://europe.theoildrum.com/node/2164>)

, .. ,85 μ , μ μ , — ,
 , , 2006.
 , .. . , , , 2000.
 , .. μ , ,
 : μ - μ μ μ -
 , ,420 μ , μ : . , ELECTROWATT, .
 , . ,1996.
 μ μ , .. : , 13–16 μ 1996. —
 , .. , μ , 19 2002.
 , .. μ () , , 5, 2002.
 , . μ . 2002, , , 2002.
 , 3 μ μ 2010,
 , 2005.