



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Σχολή Πολιτικών Μηχανικών

Ο ρόλος της ενέργειας στην κοινωνική ευημερία

Νίκος Μαμάσης και Γ.-Φοίβος Σαργέντης

Απρίλιος 2023

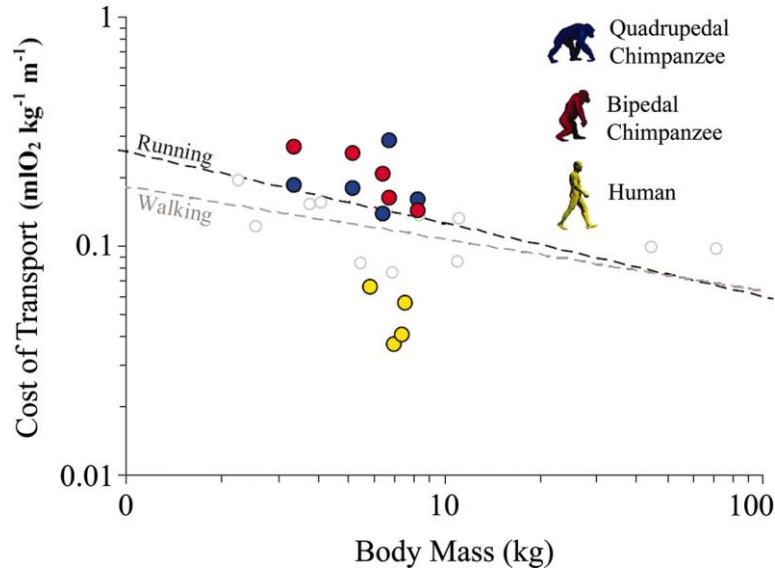
Ο ήλιος και η κατανομή της ενέργειάς



Πηγή: Sargentis, G.-F.; Siamparina, P.; Sakki, G.-K.; Efstratiadis, A.; Chiotinis, M.; Koutsoyiannis, D. Agricultural Land or Photovoltaic Parks? The Water–Energy–Food Nexus and Land Development Perspectives in the Thessaly Plain, Greece. Sustainability 2021, 13, 8935. <https://doi.org/10.3390/su13168935>

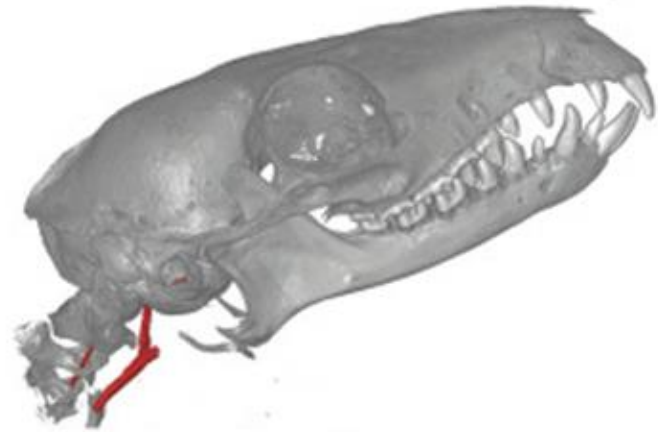
Εξέλιξη και ενεργειακή κατανάλωση

Η διαδικασία της εξέλιξης είναι διαδικασία βελτιστοποίησης της κατανάλωσης ενέργειας



- Το βάδην σε όρθια στάση εξοικονομεί ενέργεια

Michael D. Sockol, David A. Raichlen, Herman Pontzer. Chimpanzee locomotor energetics and the origin of human bipedalism, *Proceedings of the National Academy of Sciences* Jul 2007, 104 (30) 12265-12269; <https://doi.org/10.1073/pnas.0703267104>.



- Ο ανθρώπινος εγκέφαλος καταναλώνει λιγότερη ενέργεια από των ζώων

Boyer, D.M.; Harrington, A. R.; Scaling of bony canals for encephalic vessels in euarchontans: Implications for the role of the vertebral artery and brain metabolism, *Journal of Human Evolution*, Volume 114, 2018, Pages 85-101, ISSN 0047-2484, <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2017.09.003>.

Θερμοκρασιακές συνθήκες



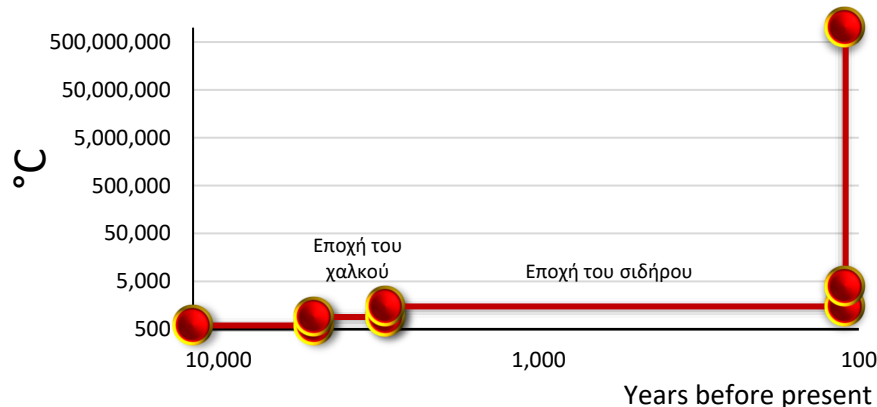
Εσωτερική
θερμοκρασία
~37 °C

Φωτιά
Βιομάζα (ξύλο)
~300-600°C
1.7-0.2 εκατ. χρόνια
πριν

Φωτιά
Βιομάζα (ξύλο) +
Ξυλάνθρακας+O₂
Σημείο τήξης
κραμάτων χαλκού
~900°C
~3000. π.Χ.

Φωτιά
Βιομάζα (ξύλο) +
Ξυλάνθρακας +O₂
Σημείο τήξης κραμάτων
σιδήρου ~1500°C
~1000. π.Χ.

Ηλεκτρικό τόξο ~4.000 °C
Πυρηνική έκρηξη
~100 000 000 °C



Δείκτης: Θερμοκρασιακές συνθήκες που μπορεί να δημιουργήσει ο άνθρωπος

Πηγή: Sargentis, G.-F.; Iliopoulou, T.; Dimitriadis, P.; Mamassis, N.; Koutsoyiannis, D. Stratification: An Entropic View of Society's Structure. World 2021, 2, 153-174.

<https://doi.org/10.3390/world2020011>



3 εκ. χρόνια πριν

10000 π.Χ.

3000 π.Χ.

Έτος 1

476 μ.Χ.

1492 μ.Χ.

1789 μ.Χ.

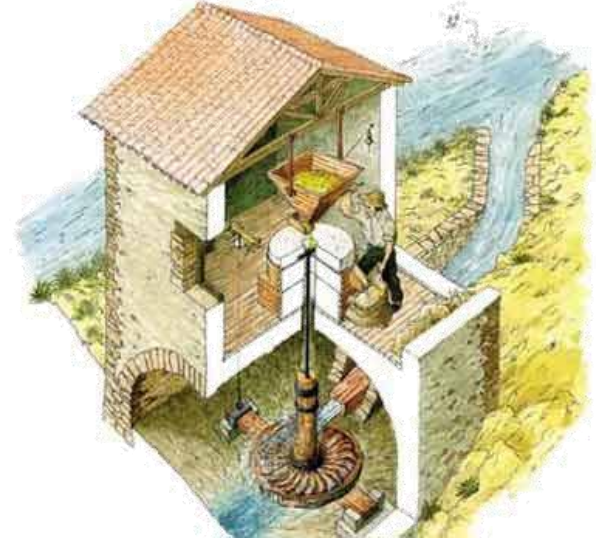
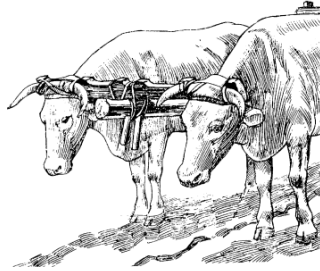
σήμερα



Ενεργειακοί πόροι



Εξημέρωση ζώων
Άλογο, Βόδι
~25 kWh/ημέρα



Μυϊκή δύναμη
2500 kcal, ~3 kWh/ημέρα

Φωτιά
Οικιακή χρήση
Φωτισμός
Άγρια ζώα

Φωτιά
Βιομηχανική χρήση
Κατασκευή εργαλείων
και όπλων,
μεταλλουργία

Αιολική ενέργεια
Μεταφορές
Πλοία με πανιά

Υδραυλική ενέργεια
Άλεσμα δημητριακών
Ανύψωση νερού

Αιολική ενέργεια
Ανεμόμυλοι
(πολλαπλές χρήσεις)

Άνθρακας
Μεταφορές
Ατμόπλοια
Σιδηρόδρομοι

10000 π.Χ.

3000 π.Χ.

Έτος 1

476 μ.Χ.

1492 μ.Χ.

1789 μ.Χ.

σήμερα

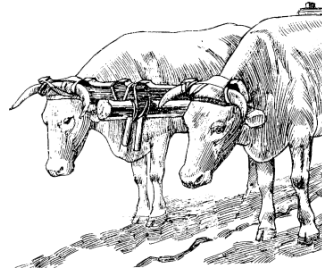
3 εκ. χρόνια πριν

Ενεργειακοί πόροι και εγκατεστημένη ισχύς



50-90 W

Άλογο ~500 W
Βόδι: ~300 W



Πηγές:
Vaclav Smil, Conversion of Energy: People and Animals, Editor(s): Cutler J. Cleveland, Encyclopedia of Energy, Elsevier, 2004, Pages 697-705, ISBN 9780121764807, <https://doi.org/10.1016/B0-12-176480-X/00094-2>.

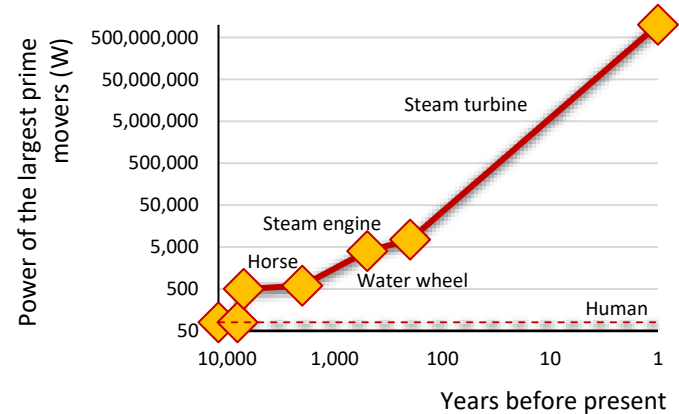
Astrid Kander, Paul Warde UNNumber, Size and Energy Consumption of Draught Animals in European Agriculture, Working Paper, March 2009.



~60 000 W, 80 Hp

Ανεμόμυλοι-νερόμυλοι
~5 000 W

Smil, V. World History and Energy. In Cleveland, Encyclopedia of Energy; Cutler, J., Ed.; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2004.



Δείκτης: Μέγιστη εγκατεστημένη ισχύς σε διάφορες ιστορικές περιόδους

Πηγή: Sargentis, G.-F.; Iliopoulou, T.; Dimitriadis, P.; Mamassis, N.; Koutsoyiannis, D. Stratification: An Entropic View of Society's Structure. World 2021, 2, 153-174. <https://doi.org/10.3390/world2020011>

Cutnell & Johnson. Physics Third Edition. New York: Wiley, 1995.



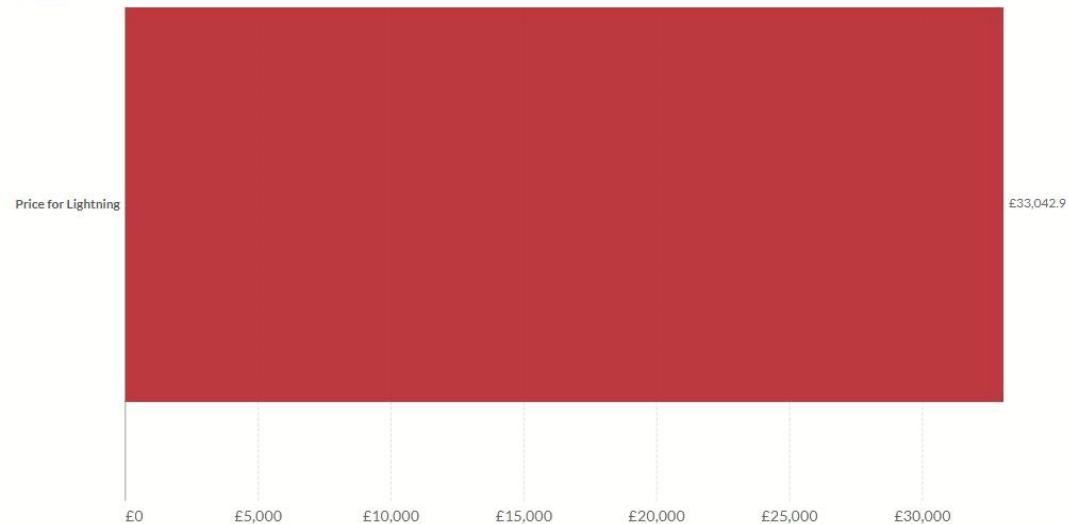
Η εξέλιξη της αφθονίας των ενεργειακών πόρων

The price for lighting in the United Kingdom, 1301

The price per million lumen-hours in British Pound. 1 lumen-hour is equal to the luminous energy emitted in 1 hour by a light source emitting a luminous flux of 1 lumen. For comparison: a standard 100W incandescent light bulb emits around 1700 lumen.

Our World
in Data

LINEAR LOG



Source: F. H. Pearson (2012)
Note: The price is adjusted for inflation and expressed in prices for the year 2000. Shown is a 5-year moving average.

OurWorldInData.org/light-at-night • CC BY

Πηγή: <https://ourworldindata.org/grapher/the-price-for-lighting-per-million-lumen-hours-in-the-uk-in-british-pound>

1301 2006



Ενεργειακή κατανάλωση τα τελευταία 200 χρόνια

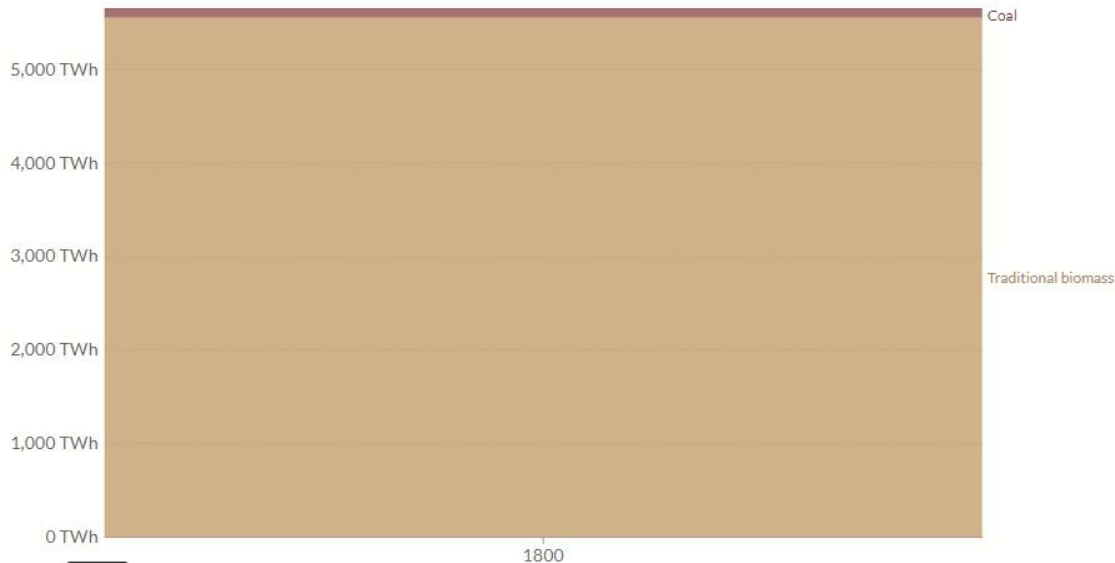
Global primary energy consumption by source

Primary energy is calculated based on the 'substitution method' which takes account of the inefficiencies in fossil fuel production by converting non-fossil energy into the energy inputs required if they had the same conversion losses as fossil fuels.

Our World
in Data

All together

☐ Relative

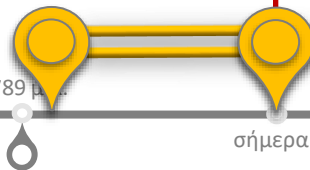


Source: Our World in Data based on Vaclav Smil (2017) and BP Statistical Review of World Energy

OurWorldInData.org/energy • CC BY

Πηγή: <https://ourworldindata.org/grapher/global-energy-substitution>

Global energy consumption
Κατανάλωση ενέργειας



3 εκ. χρόνια πριν

10000 π.Χ.

3000 π.Χ.

Έτος 1

476 μ.Χ.

1492 μ.Χ.

1789 μ.Χ.

σήμερα

Τεχνολογία και αξιοποίηση των πόρων



1000 π.Χ.



3000 π.Χ.

Έτος 1

476 μ.Χ.



1492 μ.Χ.

1789 μ.Χ.



σήμερα

3 εκ. χρόνια πριν

Τεχνολογία και αξιοποίηση των πόρων



1000 π.Χ.



3000 π.Χ.



Έτος 1

476 μ.Χ.



1492 μ.Χ.

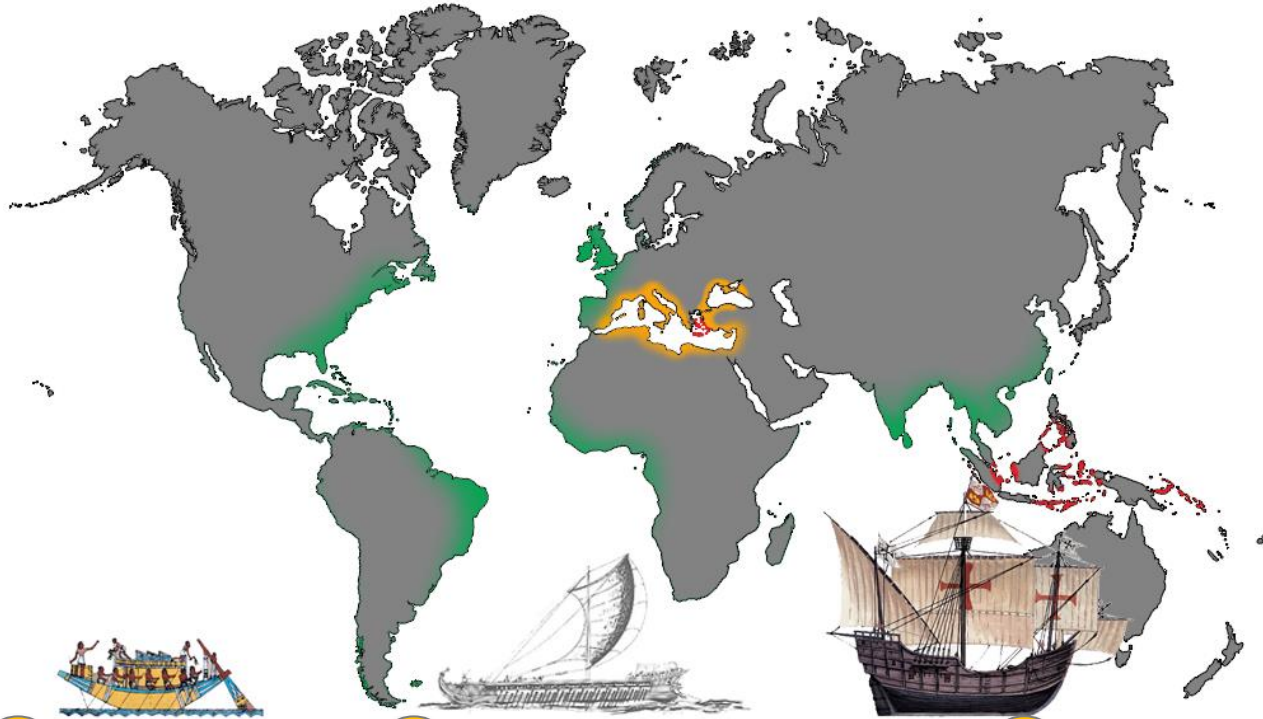
1789 μ.Χ.



σήμερα

3 εκ. χρόνια πριν

Τεχνολογία και αξιοποίηση των πόρων



10,000 π.Χ.



3000 π.Χ.



Έτος 1

476 μ.Χ.



1492 μ.Χ.

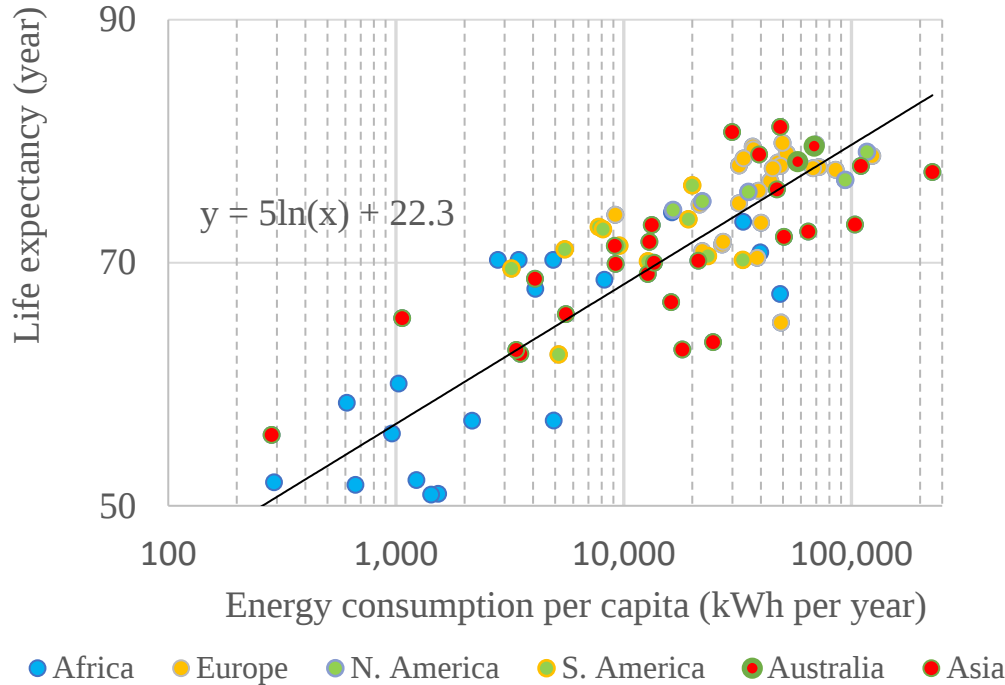
1789 μ.Χ.



σήμερα

3 εκ. χρόνια πριν

Ενέργεια και προσδόκιμο ζωής



Πηγή:
Sargentis, G.F.; Lagaros, N.D.; Cascella, G.L.;
Koutsoyiannis, D. Threats in Water–Energy–Food–
Land Nexus by the 2022 Military and Economic
Conflict. Land 2022, 11, 1569.
<https://doi.org/10.3390/land11091569>

Ενεργειακή κατανάλωση
Σε σχέση με το προσδόκιμο
ζωής



σήμερα

1789 μ.Χ.

1492 μ.Χ.

476 μ.Χ.

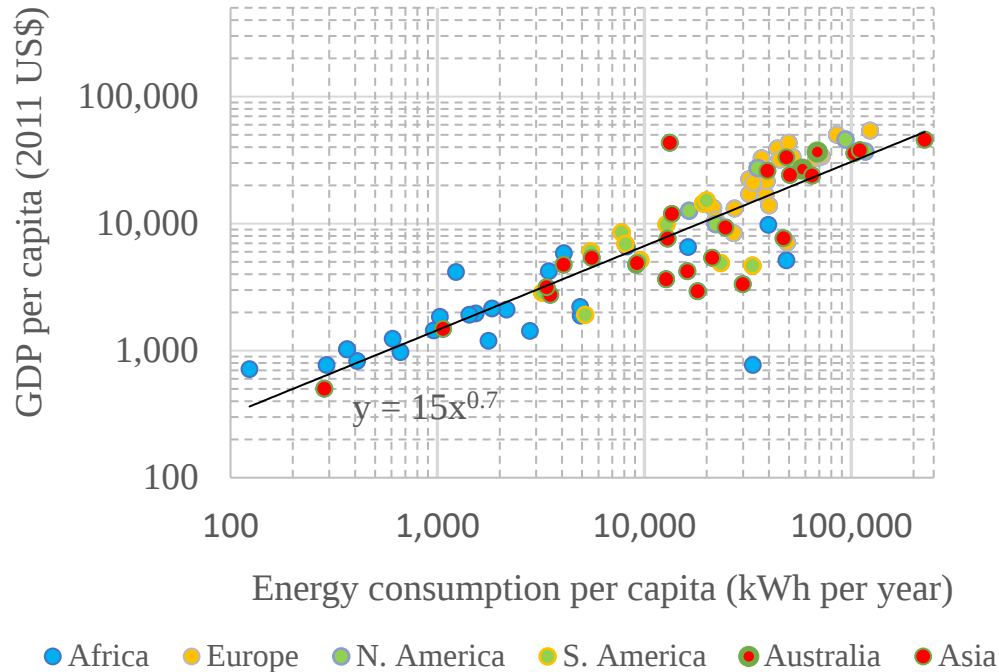
Έτος 1

3000 π.Χ.

10000 π.Χ.

3 εκ. χρόνια πριν

Ενέργεια και εισόδημα



Πηγή:
Sargentis, G.F.; Lagaros, N.D.; Cascella, G.L.;
Koutsoyiannis, D. Threats in Water–Energy–Food–
Land Nexus by the 2022 Military and Economic
Conflict. Land 2022, 11, 1569.
<https://doi.org/10.3390/land11091569>

Ενεργειακή κατανάλωση
Σε σχέση με το καθαρό
εισόδημα



σήμερα

1789 μ.Χ.

1492 μ.Χ.

476 μ.Χ.

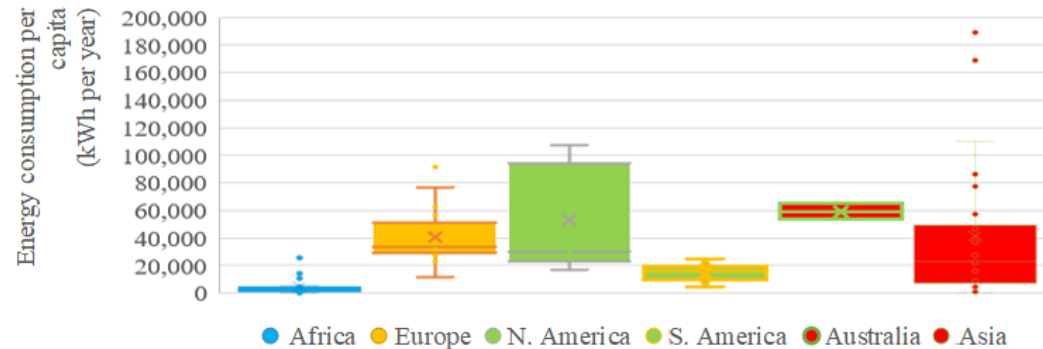
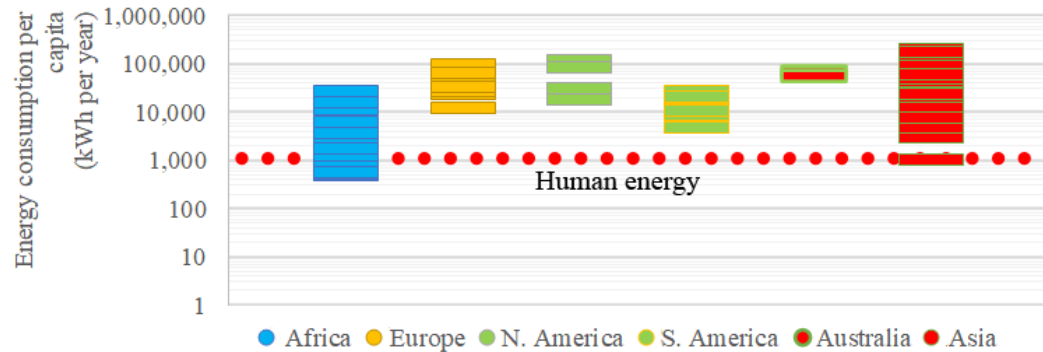
Έτος 1

3000 π.Χ.

10000 π.Χ.

3 εκ. χρόνια πριν

Ενέργεια και εισόδημα



Πηγή:
Sargentis, G.F.; Lagaros, N.D.; Cascella, G.L.;
Koutsoyiannis, D. Threats in Water–Energy–Food–
Land Nexus by the 2022 Military and Economic
Conflict. Land 2022, 11, 1569.
<https://doi.org/10.3390/land11091569>

Ενεργειακή κατανάλωση

1789 μ.Χ.

σήμερα



Πηγές

Boyer, D.M.; Harrington, A. R.; Scaling of bony canals for encephalic vessels in euarchontans: Implications for the role of the vertebral artery and brain metabolism, Journal of Human Evolution, Volume 114, 2018, Pages 85-101, ISSN 0047-2484, <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2017.09.003>.

Cutnell & Johnson. Physics Third Edition. New York: Wiley, 1995.

Kander, A.; Warde P. UNumber, Size and Energy Consumption of Draught Animals in European Agriculture, Working Paper, March 2009.

Sargentis, G.-F.; Siamparina, P.; Sakki, G.-K.; Efstratiadis, A.; Chiotinis, M.; Koutsoyiannis, D. Agricultural Land or Photovoltaic Parks? The Water–Energy–Food Nexus and Land Development Perspectives in the Thessaly Plain, Greece. Sustainability 2021, 13, 8935. <https://doi.org/10.3390/su13168935>.

Sargentis, G.-F.; Iliopoulou, T.; Dimitriadis, P.; Mamassis, N.; Koutsoyiannis, D. Stratification: An Entropic View of Society's Structure. World 2021, 2, 153-174. <https://doi.org/10.3390/world2020011>.

Πηγές

Sargentis, G.F.; Lagaros, N.D.; Cascella, G.L.; Koutsoyiannis, D. Threats in Water–Energy–Food–Land Nexus by the 2022 Military and Economic Conflict. Land 2022, 11, 1569. <https://doi.org/10.3390/land11091569>.

Smil, V. World History and Energy. In Cleveland, Encyclopedia of Energy; Cutler, J., Ed.; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2004.

Smil, V. Conversion of Energy: People and Animals, Editor(s): Cutler J. Cleveland, Encyclopedia of Energy, Elsevier, 2004

Sockol, M. D.; Raichlen, D. A.; Pontzer, H. Chimpanzee locomotor energetics and the origin of human bipedalism, Proceedings of the National Academy of Sciences Jul 2007, 104 (30) 12265-12269; <https://doi.org/10.1073/pnas.0703267104>.

<https://ourworldindata.org/>.