



MEDEAS

MODELING THE RENEWABLE ENERGY TRANSITION IN EUROPE

# ΤΕΛΙΚΟ ΦΥΛΛΑΔΙΟ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ MEDEAS

FINAL BROCHURE



# ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

Είναι γεγονός ότι το κλίμα αλλάζει και θα συνεχίζει να αλλάζει, επιφέροντας αβέβαιες συνέπειες και επιπτώσεις. Επομένως, η κοινωνία μας πρέπει να επέμβει και να αρχίσει να μειώνει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μέσω της απανθρακοποίησης. Η μετάβαση σε μια οικονομία χαμηλών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου με την εκμετάλλευση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι απαραίτητη, πρέπει όμως να επιτυγχάνει πολλαπλούς στόχους όπως κοινωνικοοικονομική ανταγωνιστικότητα, προστασία του περιβάλλοντος, δημιουργία υψηλής ποιότητας θέσεων εργασίας και κοινωνική ευημερία. Οι φορείς χάραξης πολιτικής και οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων χρειάζονται ολοκληρωμένα εργαλεία τα οποία εστιάζουν στον ενεργειακό τομέα συνυπολογίζοντας τις επιπτώσεις των επιβαλλόμενων πολιτικών. Ωστόσο, στα περισσότερα διαθέσιμα εργαλεία μοντελοποίησης δεν έχουν ενταχθεί επαρκώς τα σημαντικά αυτά πεδία, η τεκμηρίωση και η διαφάνεια, ενώ έχουν αναπτυχθεί για εξειδικευμένους χρήστες, γεγονός που δυσχεραίνει τον έλεγχο και τη σύγκριση των αποτελεσμάτων στην πράξη.

**Στόχος του έργου MEDEAS (Μοντελοποίηση της ανάπτυξης του ενεργειακού τομέα συνυπολογίζοντας περιβαλλοντολογικούς και**

**κοινωνικοοικονομικούς περιορισμούς) ήταν να δημιουργηθεί ένα καινούριο υπολογιστικό μοντέλο που θα αποτυπώνει το μέλλον του ενεργειακού τομέα στην Ευρώπη, συνυπολογίζοντας φυσικούς και κοινωνικούς περιορισμούς. Ένα προηγμένο εργαλείο μοντελοποίησης αναπτύχθηκε, λαμβάνοντας υπόψη απόψεις και σχόλια ειδικών σε ενεργειακά μοντέλα, και δοκιμάστηκε με υπάρχουσες πολιτικές για την υποστήριξη της μετάβασης σε έναν πιο βιώσιμο ενεργειακό σύστημα στην Ευρώπη που θα βασίζεται σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.**

Το μοντέλο MEDEAS αποτελείται από ενότητες, οι οποίες επιτρέπουν την επισκόπηση διάφορων επιπέδων και ενδιαφερόντων των χρηστών με υψηλή τομεακή, χρονική και χωρική ανάλυση. Επιπλέον, η διαφάνεια του μοντέλου εξασφαλίζεται με τη διανομή δωρεάν και open access λογισμικού του μοντέλου που βασίζεται στο Python (ανοικτής πηγής γλώσσα προγραμματισμού), που συνοδεύεται από αναλυτικό Οδηγό Χρήστη, συμπεριλαμβανομένων δωρεάν διαδικτυακών μαθημάτων και εκπαιδευτικών υλικών.

Το έργο MEDEAS πραγματοποιήθηκε μεταξύ 2016–2019 από την κοινοπραξία έντεκα εταιρών στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού προγράμματος για την έρευνα και την καινοτομία «Ορίζοντας 2020» (GA 691287).

## ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Το εργαλείο μοντελοποίησης που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του έργου έχει τρεις βασικούς στόχους:

- 1) να προσδιοριστούν οι κύριες φυσικές παράμετροι,
- 2) να αναδειχθούν οι υφιστάμενες προκλήσεις της μετάβασης σε μια οικονομία χαμηλών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και
- 3) να προταθούν στρατηγικές αντιμετώπισης των προκλήσεων.

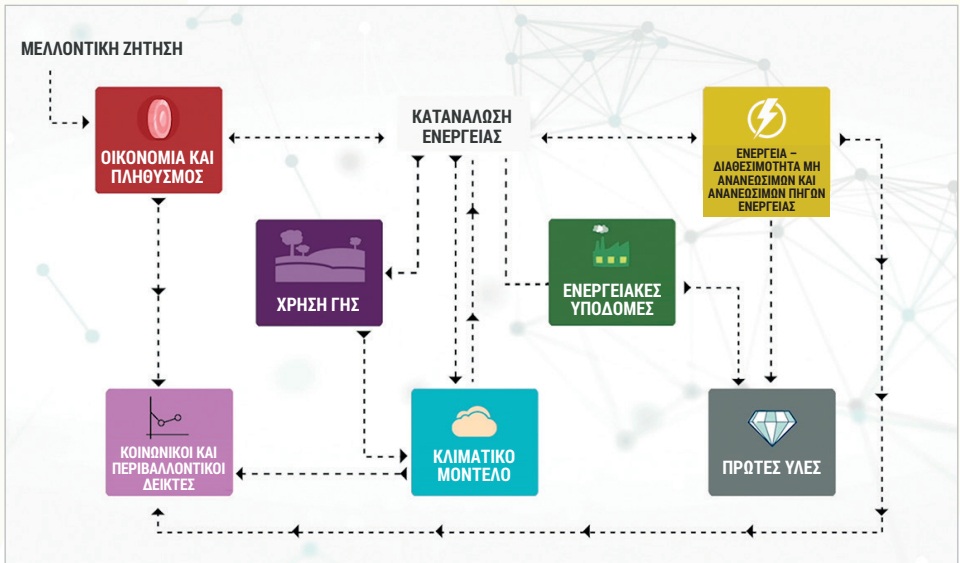
Το MEDEAS προσφέρει επίσης σενάρια εξέλιξης μέχρι το 2050, αναλύοντας τις προκλήσεις και τις

βέλτιστες πολιτικές για την αντιμετώπιση των εμποδίων.

Το μοντέλο MEDEAS-World (παγκόσμιο επίπεδο) είναι ένα παγκόσμιο οικονομικο-ενεργειακο-περιβαλλοντολογικό μοντέλο (δηλ. ενοποιημένο μοντέλο αξιολόγησης, IAM), που περιλαμβάνει δεδομένα από το 1995 μέχρι το 2050 και περιλαμβάνει περισσότερες από 4.000 μεταβλητές. Χρησιμοποιείται ως πλαίσιο για την ευρωπαϊκή έκδοση του μοντέλου, η οποία αποτελεί τον πυρήνα του έργου MEDEAS. Επιπλέον, δημιουργήθηκαν μοντέλα για δύο χώρες: τη Βουλγαρία και την Αυστρία. Το μοντέλο σχεδιάστηκε βάσει της συστημικής δυναμικής, η οποία διευκολύνει την ενοποίηση των γνώσεων από διάφορους τομείς και την ανάδραση από διάφορα υποσυστήματα.

Τα μοντέλα, τα οποία είναι διαθέσιμα στη γλώσσα προγραμματισμού Python (ανοικτής πηγής) στην ιστοσελίδα του MEDEAS <https://www.medeas.eu/model/medeas-model>, αρχικά γράφτηκαν στο αποκλειστικής εκμετάλλευσης λογισμικό Vensim DSS.

Τα μοντέλα MEDEAS αποτελούνται από μια δομή από ενότητες και μια ευέλικτη δομή, όπου κάθε ενότητα μπορεί να διευρυνθεί, να απλοποιηθεί ή να αντικατασταθεί με άλλη εκδοχή ή υπομοντέλο. Τα μοντέλα διαρθρώνονται σε επτά υποενότητες:



Χάρη σε μια καινοτόμο προσέγγιση, το MEDEAS επιτρέπει στους χρήστες να μοντελοποιήσουν τους οικονομικούς, περιβαλλοντικούς και κοινωνικούς δείκτες των σημερινών τους αποφάσεων και των μελλοντικών τους συνεπειών σε ένα μεγάλο εύρος περιοχών. Έτσι, το MEDEAS συμβάλλει στη διεύρυνση του συστήματος επιστημονικών εργαλείων που παρέχουν απαντήσεις στην έρευνα.

Το μοντέλο MEDEAS αναπτύχθηκε με τη βοήθεια του εξωτερικών εμπειρογνομόνων σε θέματα μοντελοποίησης αλλά και ενεργειακής πολιτικής, έτσι ώστε να εξασφαλιστούν ποιοτικά καλύτερα αποτελέσματα και να επεκταθεί στο έπακρο το φάσμα των δυνατικών χρηστών. Οι εξωτερικοί εμπειρογνώμονες βοήθησε την κοινοπραξία των εταίρων καθ' όλη τη διάρκεια του έργου. Εξαρχής εντάχθηκαν ειδικοί σε διάφορους τομείς που σχετίζονται με το έργο (δηλ. ανάπτυξη των μοντέλων, χάραξη πολιτικής και διαμόρφωση της διεπαφής χρήστη), ώστε να μπορούσαν να παρακολουθήσουν την ανάπτυξη και να παρέχουν στην κοινοπραξία προτάσεις, σχόλια και αξιολόγηση. Κάθε χρόνο γίνονταν προσωπικές συναντήσεις και οι εμπειρογνώμονες ενημερώνονταν για την πρόοδο σε συνεχή βάση.

# ΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ MEDEAS

Τα κύρια αποτελέσματα της έρευνας που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του έργου MEDEAS συνοψίζονται παρακάτω:

- Για την ανάπτυξη ενός μεγαλύτερου αριθμού των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας **θα πρέπει να εκμεταλλευτούν οι ολοένα μεγαλύτερες ποσότητες των βιοφυσικών πηγών.**
- Ο σημερινός **βαθμός εκμετάλλευσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας δεν είναι επαρκής ώστε η Ε.Ε. να γίνει μέχρι το 2050 οικονομία χωρίς εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.**
- Αν καθυστερήσει η μετάβαση στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, τα σενάρια δείχνουν τεράστιες επιπτώσεις στην απασχόληση, την οικονομική απόδοση και την προβλεπόμενη μείωση εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου.
- Η εξασφάλιση υψηλού δυναμικού αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας θα είναι αποφασιστική για τη σταθερότητα παροχών από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.
- Θα χρειαστεί ο εξηλεκτρισμός όλων των κλάδων οικονομικής δραστηριότητας προκειμένου να μειωθεί η εξάρτηση από τη χρήση ορυκτών καυσίμων.

Προκειμένου να περιοριστεί η υπερθέρμανση του πλανήτη κάτω από τους 2 βαθμούς Κελσίου και να επιτευχθούν οι στόχοι της Ε.Ε. για μείωση των εκπομπών κατά 80 %, στο πλαίσιο του έργου MEDEAS αναπτύξαμε σενάρια για τη μετάβαση σε μια οικονομία χαμηλών εκπομπών άνθρακα μέσα στο διαθέσιμο προϋπολογισμό άνθρακα. Στο ευρωπαϊκό επίπεδο υπάρχουν τρία σενάρια:

- **Συνέχιση της σημερινής πρακτικής** (Business as Usual – BAU): παρέκταση των τρεχουσών τάσεων. Σ' αυτό το σενάριο όλες οι μεταβλητές ακολουθούν τις ιστορικές τάσεις (από το 1995), π.χ. ετήσια αύξηση αιολικών σταθμών: 8,7 %, θαλάσσιοι αιολικοί σταθμοί: 25 % φωτοβολταϊκοί σταθμοί: 9,5 %, ηλιοθερμικοί σταθμοί: 3,6 %.
- **Βέλτιστος μετασχηματισμός** (Green Growth, OLT): ήπια αύξηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Ετήσια αύξηση αιολικών σταθμών: 17,4 % θαλάσσιοι αιολικοί σταθμοί: 25 % φωτοβολταϊκοί σταθμοί: 19 % ηλιοθερμικοί σταθμοί: 7,2 %.
- **Μετασχηματισμός** (καλούμενη TRANS): μέγιστη προσπάθεια αύξησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας από το 2020 με σκοπό τη δραστική μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου μέχρι το 2050. Ετήσια αύξηση: αιολικών σταθμών: 80 %, θαλάσσιοι αιολικοί σταθμοί: 80 %, φωτοβολταϊκοί σταθμοί: 60 % ηλιοθερμικοί σταθμοί: 50 %.

Τα κύρια συμπεράσματα που βασίζονται στο μοντέλο MEDEAS είναι:

- Το σενάριο BAU δείχνει αυξανόμενες εκπομπές και μόνιμη ύφεση μετά το 2035–2040.
- Το σενάριο OLT δείχνει μεν αύξηση του ΑΕΠ, δεν μπορεί όμως να φέρει μια ικανοποιητική μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (και γι' αυτό δεν συμμορφώνεται με τη Συμφωνία του Παρισιού).
- Το σενάριο TRANS δείχνει σταθεροποίηση

της οικονομίας, μειώνει τη ζήτηση ενέργειας και πρώτων υλών και στο τέλος της περιόδου επιτυγχάνεται δραστική μείωση των εκπομπών

**Οι προβλέψεις που βασίζονται στο μοντέλο δείχνουν ότι αν δεν αρχίσουν να αναπτύσσονται γρήγορα οι νέες και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και τεχνολογίες (αποθήκευση και συνθετικά καύσιμα), η οικονομική σταθεροποίηση (χωρίς ανάπτυξη) θα είναι πιθανή επιλογή για την απανθρακοποίηση της οικονομίας με παράλληλη διατήρηση της κοινωνικής ευημερίας.**

Συμπερασματικά, στο πλαίσιο του έργου MEDEAS εξακριβώνεται ότι οι επόμενες δεκαετίες θα αποτελέσουν μία από τις δυσκολότερες περιόδους για την ανθρωπότητα. Η κοινωνία θα απαιτήσει δομικές αλλαγές πέραν των καθαρά τεχνολογικών απόψεων που να αφορούν και τον κοινωνικό (π.χ. πολιτισμικό και πολιτικό) τομέα. Θα πρέπει να βρούμε νέες λύσεις που θα μας βοηθήσουν να ξεπεράσουμε τα όρια των διαθέσιμων πόρων (ορυκτά καύσιμα και πρώτες ύλες) μετασχηματίζοντας το οικονομικό σύστημα με έναν τρόπο που θα επιτρέπει την απαιτούμενη μετάβαση.

Ο κίνδυνος της απραξίας (Business as Usual) ή της καθυστέρησης της μετάβασης είναι μη διαχειρίσιμος. Όσο περισσότερο αναβάλλεται η υλοποίηση των απαραίτητων αλλαγών, τόσο μεγαλύτερο θα είναι το κόστος των ενεργειών

και τόσο μεγαλύτερος θα είναι ο κίνδυνος για τις επόμενες γενιές καθώς και όλα τα οικοσυστήματα του πλανήτη.

*Λευκή βίβλος για τους αρμόδιους χάραξης πολιτικής*

*Η λευκή βίβλος του MEDEAS περιγράφει και αναδεικνύει όλα τα σημαντικά ζητήματα που αναλύθηκαν στο έργο, σε σχέση με τον εκσυγχρονισμό του τομέα ηλεκτροπαραγωγής, τον εξηλεκτρισμό των μεταφορών, το ρόλο του φυσικού αερίου, την ενεργειακή απόδοση, το ενεργειακό κόστος, τη χρηματοδότηση διασυνοριακών ενεργειακών υποδομών, τη ρύθμιση των τιμών, τις πρώτες ύλες και την ανακύκλωση, τις επιπτώσεις στο περιβάλλον, την κοινωνική και συμπεριφορική προσαρμογή, την οικονομική ανάπτυξη και την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή. Βάσει των αναλύσεων που πραγματοποιήθηκαν στο πλαίσιο του έργου διατυπώνονται συστάσεις για τη μακροπρόθεσμη πολιτική και τη θέσπιση των κανόνων που είναι σημαντικοί για την επίτευξη των ενεργειακών και κλιματικών στόχων της Ε.Ε. και την εφαρμογή της στρατηγικής «Καθαρός πλανήτης για όλους». Μία άλλη αφετηρία για την ανάπτυξη των εξεταζόμενων σεναρίων ήταν ο παγκόσμιος διαθέσιμος προϋπολογισμός εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου προκειμένου να επιτευχθεί μείωση της υπερθέρμανσης του πλανήτη σε 2 βαθμούς Κελσίου, στόχος της 21ης διάσκεψης των μερών της σύμβασης-πλαίσιου των Ηνωμένων Εθνών για την κλιματική αλλαγή (COP21, ΟΗΕ, Συμφωνία του Παρισιού, 2015).*



# ΑΛΛΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ MEDEAS

## Βάση δεδομένων του MEDEAS

<https://www.medeas.eu>

Ανάλυση των σημαντικότερων μεταβλητών/παραμέτρων, των κύριων σχέσεων μεταξύ τους και οι ορισμοί των αναγκαίων μεταβλητών για την παραβολή των μοντέλων, την ανάλυση της ευαισθησίας και τη διασταυρωμένη πινακοποίηση των μοντέλων.

## Μοντέλα του MEDEAS στο Python

<https://www.medeas.eu/model/medeas-model>

Οι ανοικτής πηγής εκδόσεις του μοντέλου είναι διαθέσιμες σε τρία γεωγραφικά επίπεδα: παγκόσμιο, ευρωπαϊκό και Αυστριακό.

## MEDEAS Βίντεο –οδηγί του MEDEAS

[https://www.youtube.com/channel/UCI7\\_M85yAFst5YixTdtDMCw?view\\_as=subscriber](https://www.youtube.com/channel/UCI7_M85yAFst5YixTdtDMCw?view_as=subscriber)

Πέντε σύντομα βίντεο καθοδηγούν τους χρήστες του μοντέλου στην εγκατάσταση και τη χρήση του μοντέλου στην εκδοχή rymedeas.

## Ντοκιμαντέρ του MEDEAS

<https://www.medeas.eu>

Ένα ντοκιμαντέρ 20 λεπτών παρουσιάζει όλο το έργο. Συνοψίζει τους στόχους του έργου και τα κύρια αποτελέσματα με τρόπο κατανοητό από το ευρύτερο κοινό. Περιλαμβάνει ενεργειακά ζητήματα από την οπτική γωνία του ευρύτερου κοινού, της βιομηχανίας και των εμπειρογνομόνων, περιγραφή των πλέον σύγχρονων τεχνολογιών αξιοποίησης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, πληροφορίες για τα σενάρια μετάβασης σε μια οικονομία χαμηλών εκπομπών άνθρακα, ορισμένα από τα κύρια αποτελέσματα της προσομοίωσης και το ρόλο των εξωτερικών εμπειρογνομόνων και της συνεισφοράς τους στο έργο.

## Διαδικτυακή επιμόρφωση του MEDEAS (MOOC)

<https://www.medeas.eu/model/mooc-course>

Η διάρκεια των μαθημάτων είναι έξι εβδομάδες με εκτιμώμενο χρόνο εργασίας 5 ώρες / εβδομάδα. Σε κάθε εξεταζόμενο θέμα αντιστοιχούν δύο σύντομα βίντεο (10 λεπτά), βιβλιογραφικό υλικό, βοηθητικά υλικά, ασκήσεις για τους φοιτητές και ερωτηματολόγιο αυτοαξιολόγησης. Το MOOC εστιάζεται στην περιγραφή των μοντέλων IAM (Integrated Assessment modelling) του MEDEAS, τη δομή και τη χρήση τους. Στόχος των μαθημάτων είναι να ενθαρρύνει τους φοιτητές και τις φοιτήτριες να χρησιμοποιούν αυτό το δωρεάν εργαλείο ώστε να διερευνήσουν τους καλύτερους τρόπους μετάβασης σε μια κοινωνία χαμηλών εκπομπές άνθρακα.

## Το MEDEAS διοργάνωσε το Ευρωπαϊκό Συνέδριο της Ευρωπαϊκής Πλατφόρμας Ενεργειακών Μοντέλων (Energy Modelling Platform for Europe, EMP-E) 2019

<http://www.energymodellingplatform.eu>

Το MEDEAS διοργάνωσε το 2019 το συνέδριο της Πλατφόρμας, η οποία αποτελεί μέρος της ομάδας ενεργειακής μοντελοποίησης «H2020» και αποτελείται από δέκα έργα του Ορίζοντα 2020

που χρηματοδοτούνται από το πρόγραμμα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής – Έρευνα και Καινοτομία. Το EMP-E είναι ετήσιο συνέδριο, στο οποίο έρχονται σε επαφή ειδικοί στην ενεργειακή μοντελοποίηση με υπεύθυνους χάραξης πολιτικής και ασχολούνται με επίκαιρα θέματα και καινοτόμες προσεγγίσεις για τη μοντελοποίηση του ενεργειακού τομέα. Λόγω της ενεργού συμμετοχής των εκπροσώπων της Ευρωπαϊκής Επιτροπής και των διακεκριμένων ερευνητών, στόχος είναι να γεφυρωθεί το χάσμα μεταξύ της επιστημονικής κοινότητας και της χάραξης της πολιτικής σε ευρωπαϊκό, περιφερειακό και τοπικό επίπεδο.

## Δημοσιεύσεις του MEDEAS

Οι εταίροι του έργου κατά τη διάρκεια του έργου δημοσίευσαν σημαντικό αριθμό από ενδιαφέροντα επιστημονικά άρθρα. Ο κατάλογος των δημοσιεύσεων είναι διαθέσιμος στην ιστοσελίδα του [MEDEAS](https://www.researchgate.net/project/MEDEAS) καθώς και στο δίκτυο ResearchGate <https://www.researchgate.net/project/MEDEAS>.

# ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΟ ΦΥΛΛΑΔΙΟ

Υπεύθυνος εταίρος: **Hnutí DUHA**

Πεδίο δράσης: **WP8 - Επικοινωνία, διάδοση και χρήση των αποτελεσμάτων**

Καθήκον: **8.5.Επικοινωνία σε σχέση με το έργο**

Συγγραφείς: **Romana Kacliková, Myrto Theofilidi, Teresa Madurell**

Είδος του αποτελέσματος: **Δημόσιο**

Το φυλλάδιο συντάχθηκε από τους εταίρους του έργου MEDEAS στα πλαίσια της σύμβασης ES-GA αριθ. 691287. Οι πληροφορίες και οι απόψεις που αναφέρονται στο φυλλάδιο είναι απόψεις των συγγραφέων και δεν αντικατοπτρίζουν αναγκαστικά την επίσημη θέση της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Τα όργανα και οι φορείς της Ευρωπαϊκής Ένωσης ούτε κανένας εκπρόσωπός τους δε φέρουν ευθύνη για τη χρήση των πληροφοριών που αναφέρονται στο φυλλάδιο.

# ΚΟΙΝΟΠΡΑΞΙΑ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ MEDEAS



[www.icm.csic.es](http://www.icm.csic.es)



[www.energyagency.at](http://www.energyagency.at)



[www.anglia.ac.uk](http://www.anglia.ac.uk)



[www.blue4you.be](http://www.blue4you.be)



[www.bserc.eu](http://www.bserc.eu)



[www.cres.gr](http://www.cres.gr)



[www.hnutiduha.cz](http://www.hnutiduha.cz)



[www.iasa.ac.at](http://www.iasa.ac.at)



[www.instm.it](http://www.instm.it)




[www.humenv.fss.muni.cz](http://www.humenv.fss.muni.cz)



[www.uva.es](http://www.uva.es)

 **Jordi Solé Ollé**  
(Project coordinator)  
 [info@medeas.eu](mailto:info@medeas.eu)

 [www.medeas.eu](http://www.medeas.eu)

 **MEDEAS**

 **ProjectMEDEAS**

 **MEDEAS**

 **MEDEAS**



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation action programme under grant agreement No 691287. MEDEAS project forms part of the LCE21-2015 group: Modelling and analysing the energy system, its transformation and impacts (social, environmental and economic aspects of the energy system).