



Εκτίμηση των επιπέδων της ηλιακής ακτινοβολίας και ενέργειας με τη χρήση δορυφορικών παρατηρήσεων: το σύστημα nextSENSE

Παρουσίαση:
Δρ. Ηλίας Φουντουλάκης | BEYOND - ΕΑΑ

Δομή παρουσίασης

1. Ηλιακή ενέργεια και Πράσινη Ευρωπαϊκή Συμφωνία
2. CAMS radiation service
3. Δορυφορικά προϊόντα για την εκτίμηση του ηλιακού δυναμικού
4. Εκτίμηση των επιπτώσεων διαφορετικών παραγόντων στην ηλιακή ακτινοβολία και ενέργεια
5. Το σύστημα nextSense
6. Το σύστημα UVIOS
7. Μελλοντικές εφαρμογές και δυνατότητες
8. Excelsior: Μεταφορά Τεχνογνωσίας στην Κύπρο

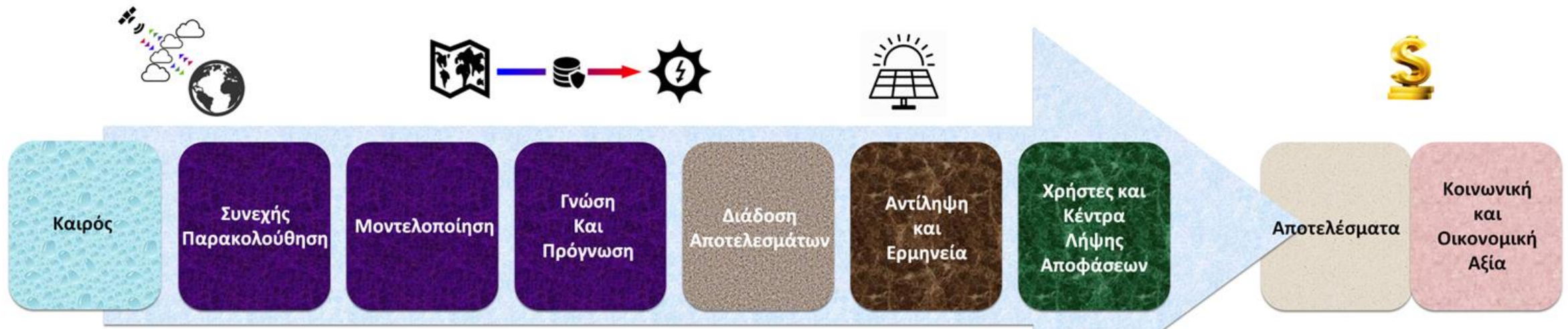
Ηλιακή ενέργεια: ο ρόλος της στο πλαίσιο της πράσινης Ευρωπαϊκής συμφωνίας (Green deal)



Ηλιακή ενέργεια: ο ρόλος της στο πλαίσιο της πράσινης Ευρωπαϊκής συμφωνίας (Green deal)

- **Στόχοι της ΕΕ στο πλαίσιο της πράσινης συμφωνίας:**
 - Μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 55% ως το 2030
 - Πλήρης αποδέσμευση από τα ορυκτά καύσιμα μέχρι το 2050
- **Αντίστοιχοι στόχοι από τα Ηνωμένα Έθνη για σημαντική αύξηση της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές μέχρι το 2030 (SDPs)**
- **Ηλιακή ενέργεια: Αναμένεται να παίξει καθοριστικό ρόλο για την επίτευξη των στόχων**
 - Φτηνότερη σε σχέση με άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
 - Δημιουργεί περισσότερες θέσεις εργασίας σε σχέση με άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
- **Η Ελλάδα διαθέτει υψηλό δυναμικό παραγωγής ηλιακής ενέργειας**
 - Σημαντικός ρόλος της ηλιακής ενέργειας στη χάραξη ενεργειακής πολιτικής

Αξιοποίηση της υπηρεσίας Copernicus για βελτιστοποίηση της παραγωγής ηλιακής ενέργειας

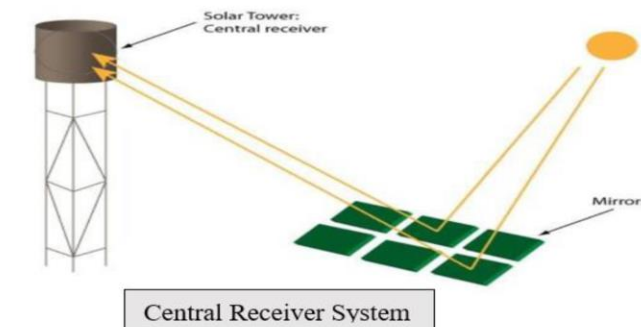
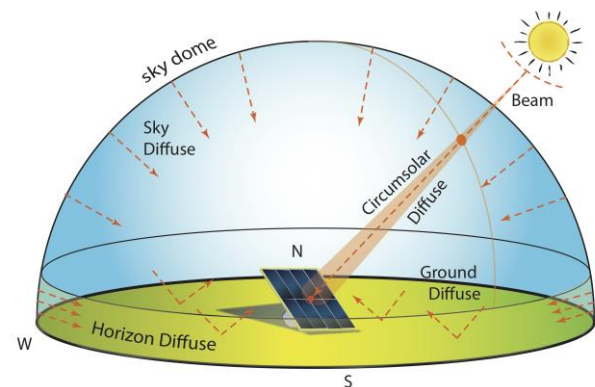


**Εξοικονόμηση δαπανών
8-13 τρισεκατομμύρια \$
2020 - 2050**

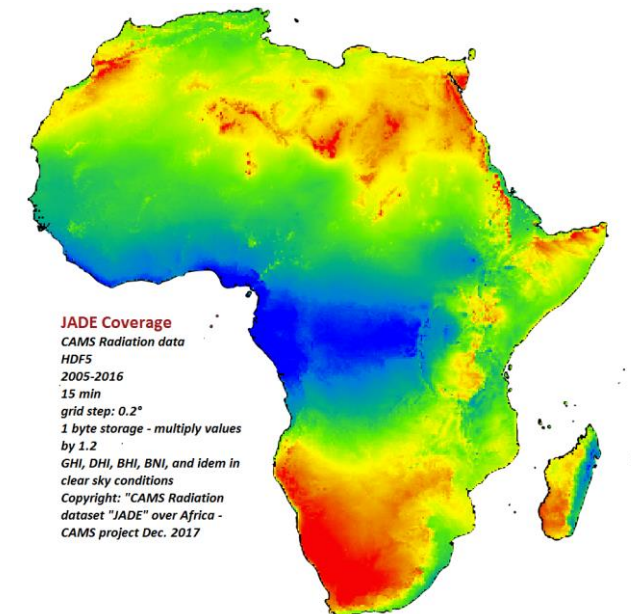
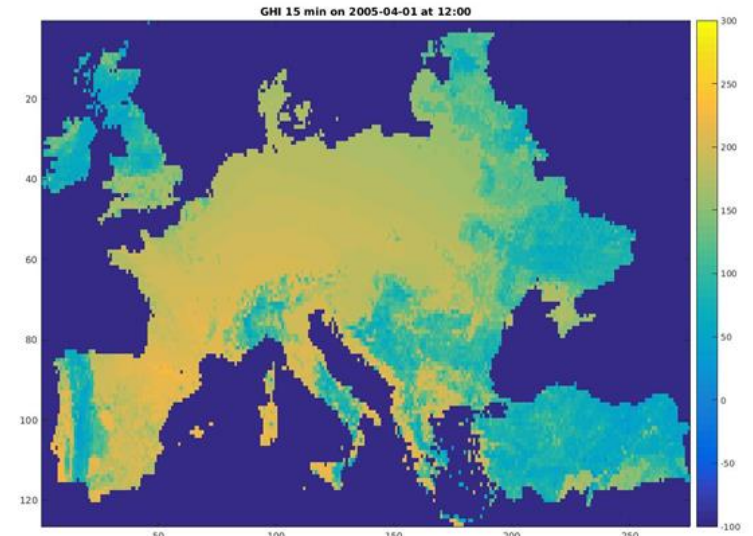
- Η υπηρεσία Copernicus παρέχει απευθείας προϊόντα ακτινοβολίας χρήσιμα για εφαρμογές ηλιακής ενέργειας
 - Άμεση ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο
 - Διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο
 - Ολική (άμεση + διάχυτη) ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο (**GHI**)
 - Άμεση ακτινοβολία σε επίπεδο κάθετο στη διεύθυνση διάδοσης (**DNI**)

• **GHI** → Εγκαταστάσεις PV

• **DNI** → Εγκαταστάσεις CSP & solar tracking systems

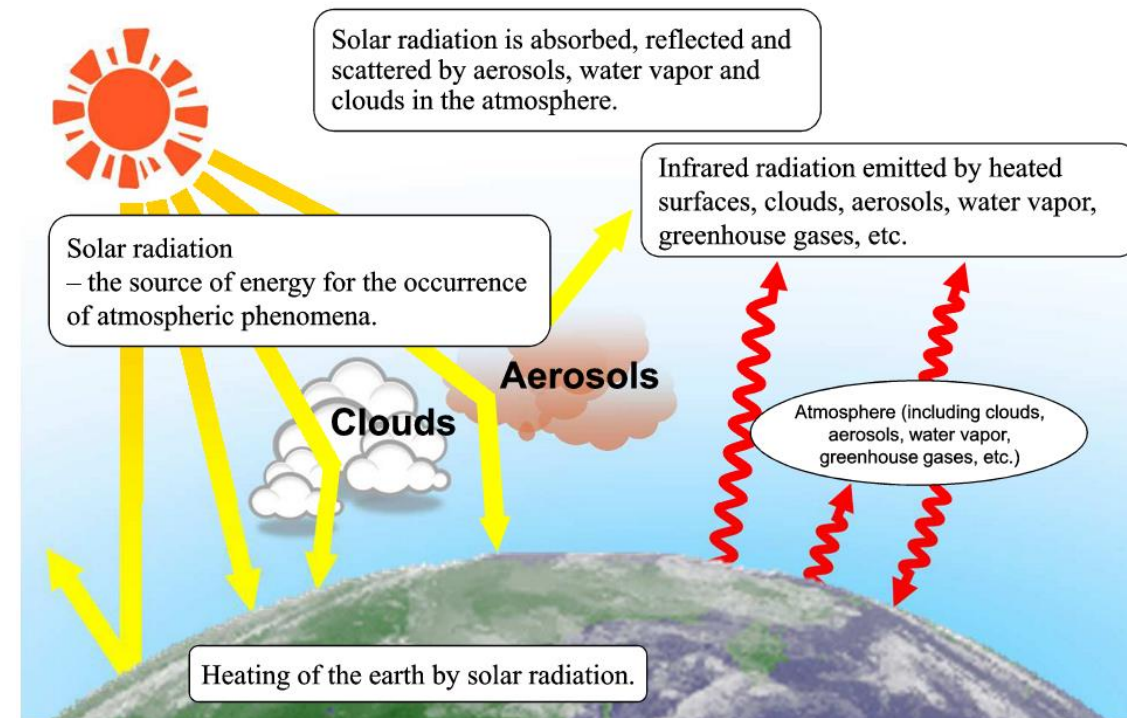


- Κλίμακα χρόνου: 1 λεπτό – 1 μήνας
- Περίοδος: 01/02/2004 – 2 μέρες πριν την τρέχουσα
- Χωρική κλίμακα: $0.2^{\circ} \times 0.2^{\circ}$ για την Ευρώπη
- Χωρική κάλυψη: -66° έως 66° (γεωγραφικό μήκος και πλάτος) – Ευρώπη, Αφρική, Μέση ανατολή
- Πολύ χρήσιμο εργαλείο για κλιματολογική ανάλυση
- Υψηλή χωρική και χρονική ανάλυση → βέλτιστη τοποθέτηση μονάδων PV & CSP / μεγιστοποίηση απόδοσης
- <http://www.soda-pro.com/web-services/radiation/cams-radiation-service>



Προϊόντα για τον υπολογισμό της ακτινοβολίας

- Εκτιμήσεις των επιπέδων της διαθέσιμης ηλιακής ενέργειας στο παρών ή προγνώσεις ηλιακής ενέργειας δεν είναι διαθέσιμες από την υπηρεσία Copernicus
- Προϊόντα από τα οποία μπορεί να υπολογιστεί η ακτινοβολία
- Πληροφορίες για **αιωρούμενα σωματίδια, υδρατμούς** κλπ. από την υπηρεσία Copernicus
 - Διαθέσιμα για το παρελθόν, το παρόν και το μέλλον
 - Χρήση για τη μελέτη της επίδρασης διάφορων παραγόντων στην παραγωγή ηλιακής ενέργειας
 - Παρακολούθηση και πρόγνωση ηλιακής ενέργειας
- Πολλά ακόμα διαθέσιμα προϊόντα υψηλής ποιότητας που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση των επιπέδων της ηλιακής ακτινοβολίας/ενέργειας (MSG, MODIS, MERRA, κλπ.)



Επιπτώσεις των νεφών και των αιωρούμενων σωματιδίων στην παραγωγή ηλιακής ενέργειας

- Η σχετική επίδραση των νεφών και των αιωρούμενων σωματιδίων μπορεί να μεταβάλλεται σημαντικά σε βραχείες κλίμακες χώρου και χρόνου
- Χρήσιμη πληροφορία για τη χάραξη πολιτικής σχετικά με την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας
- Δορυφορικής πληροφορίας σε υψηλή χωρική και χρονική ανάλυση → αξιόπιστη εκτίμηση των επιδράσεων των νεφών και των αιωρούμενων σωματιδίων
- Εκτιμήσεις για διαφορετικές περιοχές του πλανήτη

Επιπτώσεις των νεφών και των αιωρούμενων σωματιδίων στην παραγωγή ηλιακής ενέργειας

- Επιπτώσεις **επεισοδίων σκόνης** στην παραγωγή ηλιακής ενέργειας
Kosmopoulos et al.: Dust impact on surface solar irradiance assessed with model simulations, satellite observations and ground-based measurements, Atmos. Meas. Tech., 10, 2435–2453, <https://doi.org/10.5194/amt-10-2435-2017>, 2017
- Επιπτώσεις της σκόνης στην παραγωγή ηλιακής ενέργειας στην **Αίγυπτο**
Kosmopoulos et al.: Earth-Observation-Based Estimation and Forecasting of Particulate Matter Impact on Solar Energy in Egypt. Remote Sensing. 2018; 10(12):1870. <https://doi.org/10.3390/rs10121870>
- Επιπτώσεις αιωρούμενων σωματιδίων και νεφών στην παραγωγή ηλιακής ενέργειας στην **Ινδία**
Masoom et al.: Solar Energy Estimations in India Using Remote Sensing Technologies and Validation with Sun Photometers in Urban Areas. Remote Sens. 2020, 12, 254. <https://doi.org/10.3390/rs12020254>

Επιπτώσεις των νεφών και των αιωρούμενων σωματιδίων στην παραγωγή ηλιακής ενέργειας

- Επιπτώσεις αιωρούμενων σωματιδίων και νεφών στην παραγωγή ηλιακής ενέργειας στα **Ιμαλία**

Dumka et al.: Impact of Aerosol and Cloud on the Solar Energy Potential over the Central Gangetic Himalayan Region. Remote Sens. 2021, 13, 3248.
<https://doi.org/10.3390/rs13163248>

- Επιπτώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων και των νεφών στην παραγωγή ηλιακής ενέργειας στην **Κύπρο**

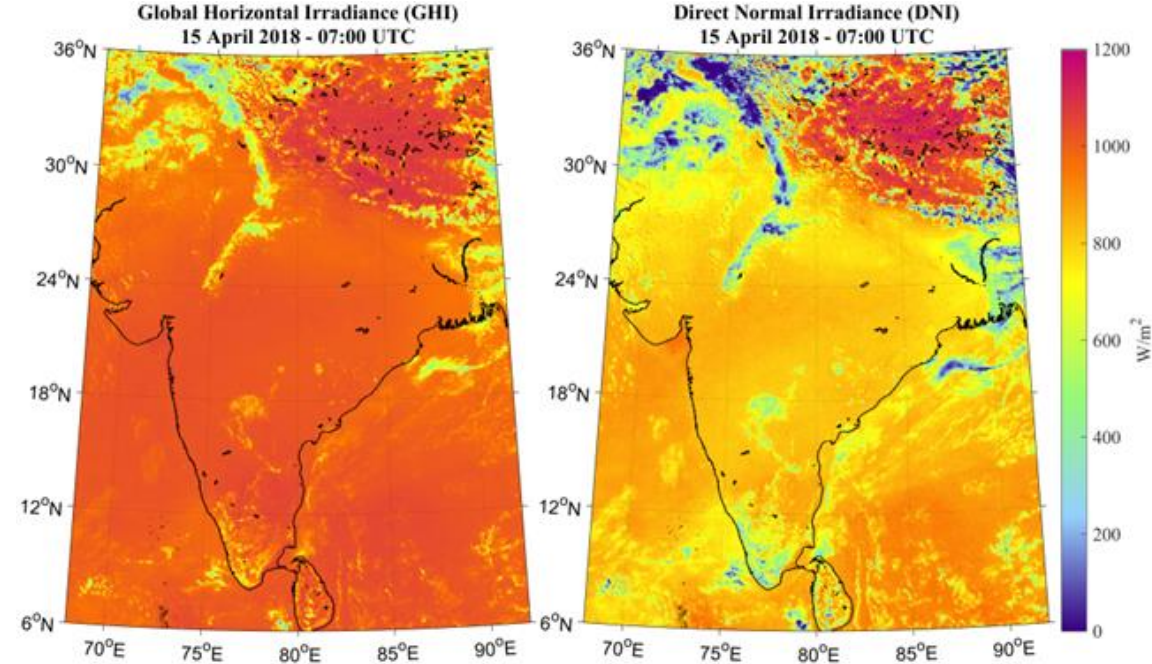
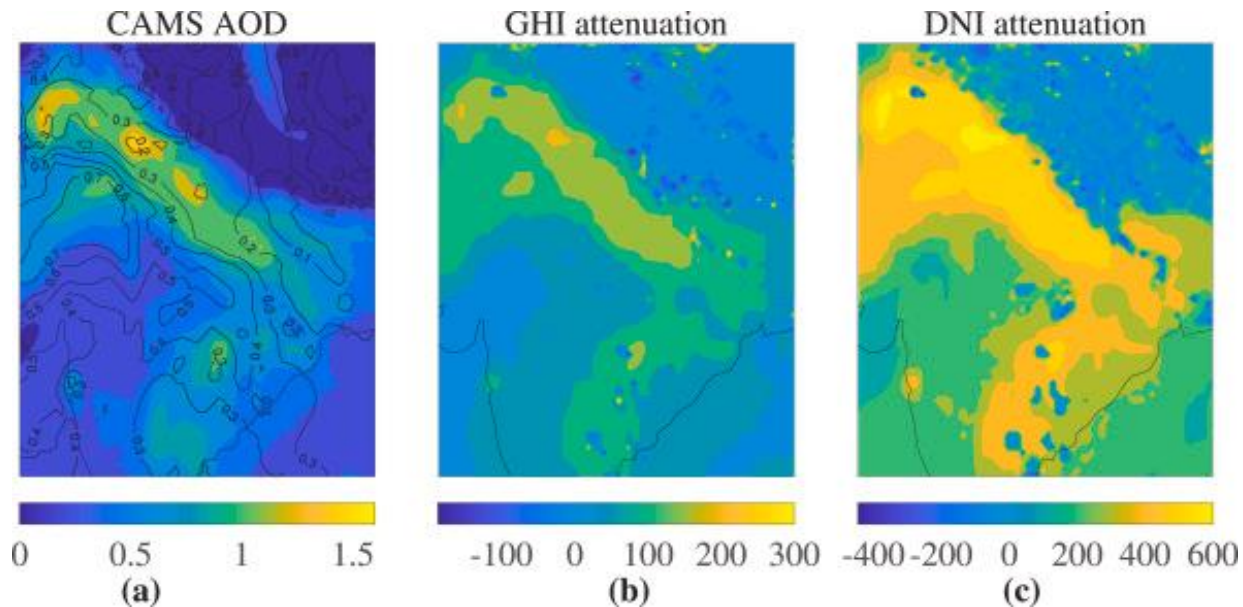
Fountoulakis et al.: Effects of Aerosols and Clouds on the Levels of Surface Solar Radiation and Solar Energy in Cyprus. Remote Sens. 2021, 13, 2319.
<https://doi.org/10.3390/rs13122319>

- Επιπτώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων στην παραγωγή ηλιακής ενέργειας στη **Μεσόγειο**

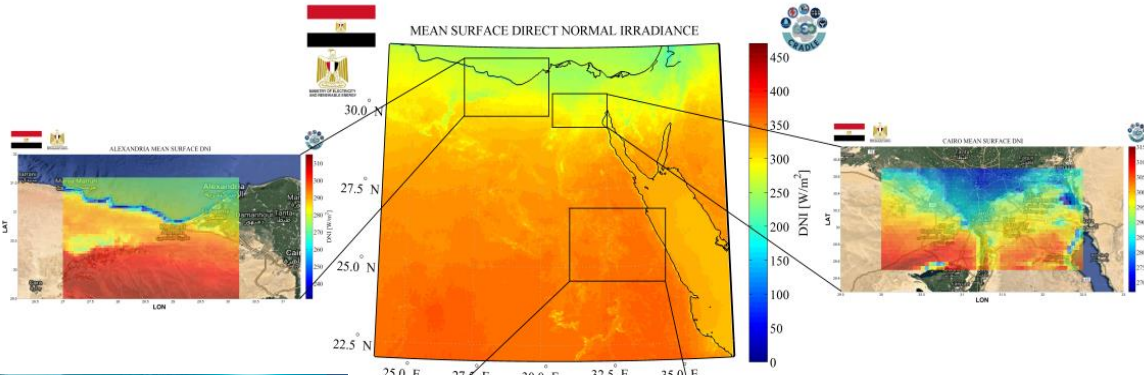
Papachristopoulou et al.: 15-Year Analysis of Direct Effects of Total and Dust Aerosols in Solar Radiation/Energy over the Mediterranean Basin. Remote Sens. 2022, 14, 1535.
<https://doi.org/10.3390/rs14071535>

Μελέτη του ηλιακού δυναμικού στην Ινδία

- Εκτίμηση της δυνατότητας για επενδύσεις σε ηλιακά πάρκα
- Εκτίμηση της επίδρασης διαφορετικών παραγόντων



Επίδραση της σκόνης και ηλιακός Άτλαντας για την Αίγυπτο



جمهورية مصر العربية
وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة

الرئيسية | الوزارة | الطاقة | الطاقة النووية | الإحصائيات | الخدمات | المناقصات | الأخبار | الوظائف

En | RSS | YouTube

تأصلة بيانات
تفاعلية لأطلس الشمس

يمكنك الإطلاع على الأطلس الشمسي لجمهورية مصر العربية والذي يساعد على التخطيط البقيق لمشاريع الطاقة الشمسية

التصريحات | أخبار الطاقة | المناقصات | الوظائف | المركز الإعلامي

08/02/2017

السيد الوزير
تحريف الوزارة
لجنة تاريخية
استراتيجية الوزارة
إجرات القطاع
مجلس الوزارة
مجلس الهيئات التابعة

حمل الشبكة

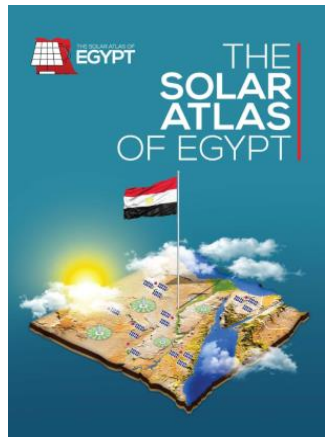
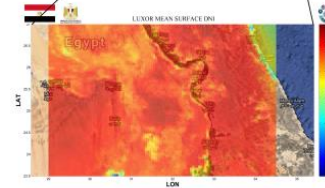
9/2/2017
أقصى حمل: 24200
أقل حمل: 16250
درجة الحرارة: 20 °C
اليوم: أقصى حمل: 24200
مستوى متوقع

استطلاع الرأي

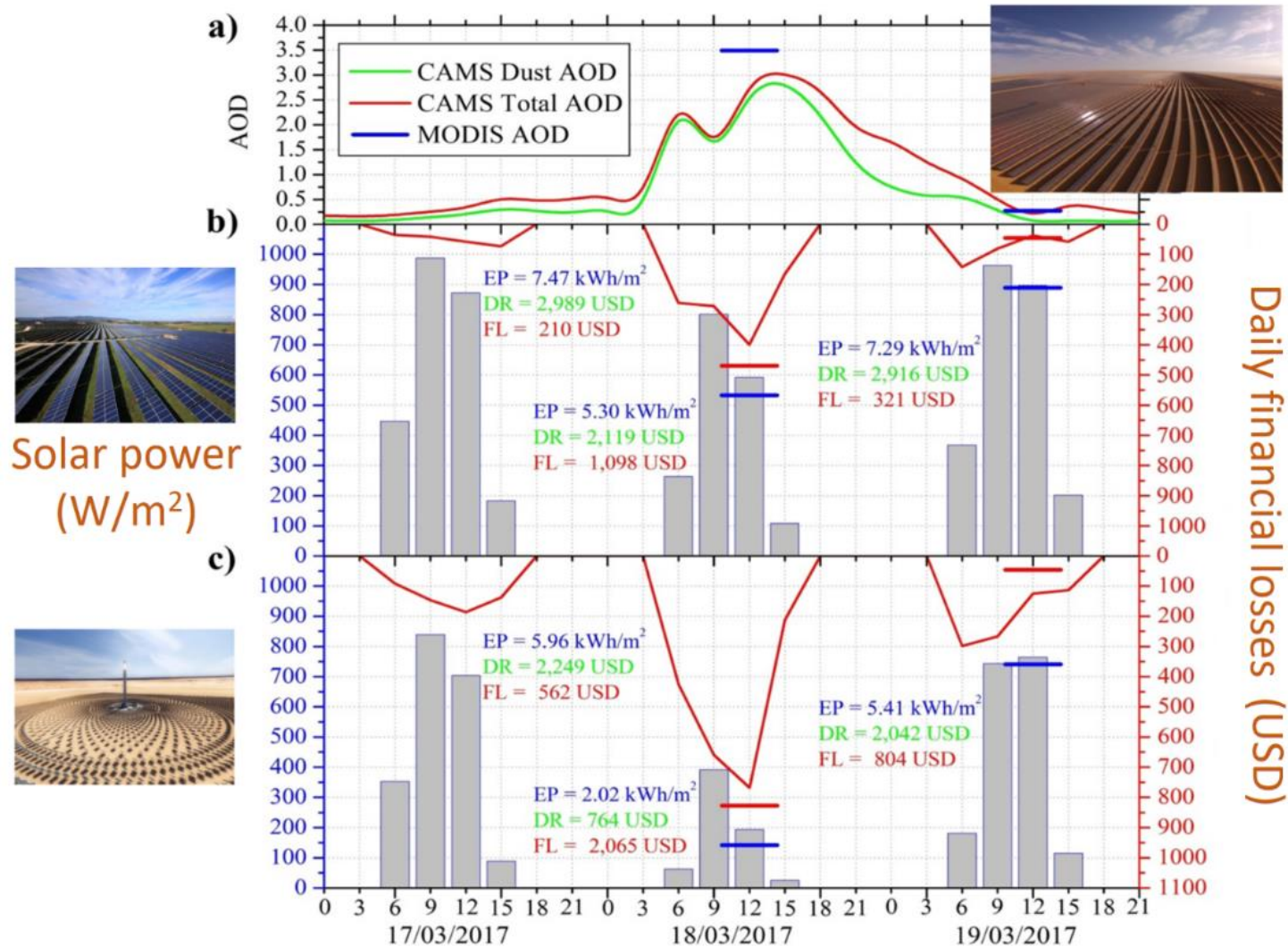
ما هي أغلى الأقسام زيارة
أعد الشقة

خدمات المستثمرين | شكاوى | بلاغات | بنك الإفكار | فواتير | خدمات أخرى

خدمة 121



Οικονομικές απώλειες εξαιτίας της παρουσίας των αιωρούμενων σωματιδίων στην Αίγυπτο

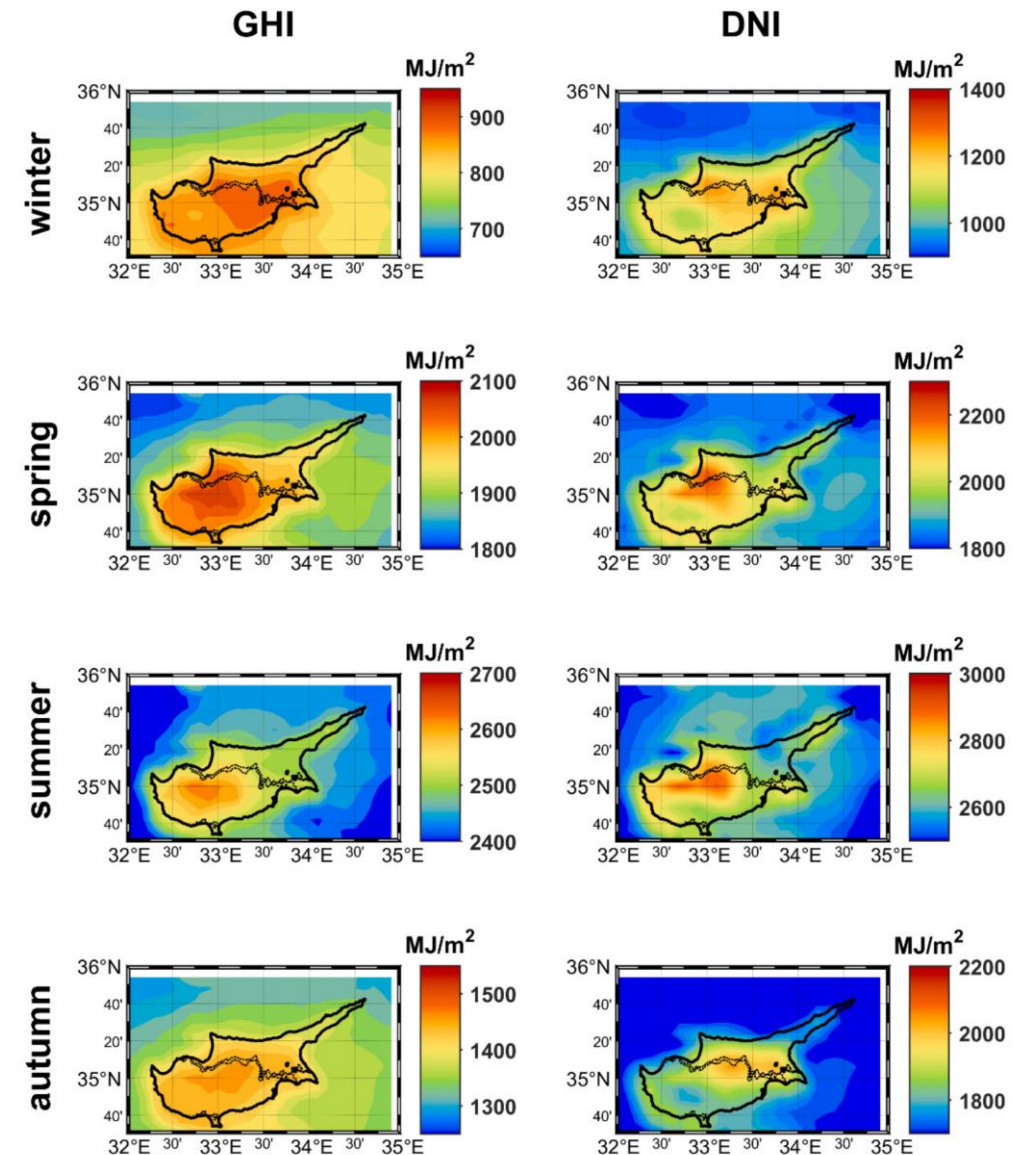


EP = Energy production DR = Daily revenue FL = Financial losses

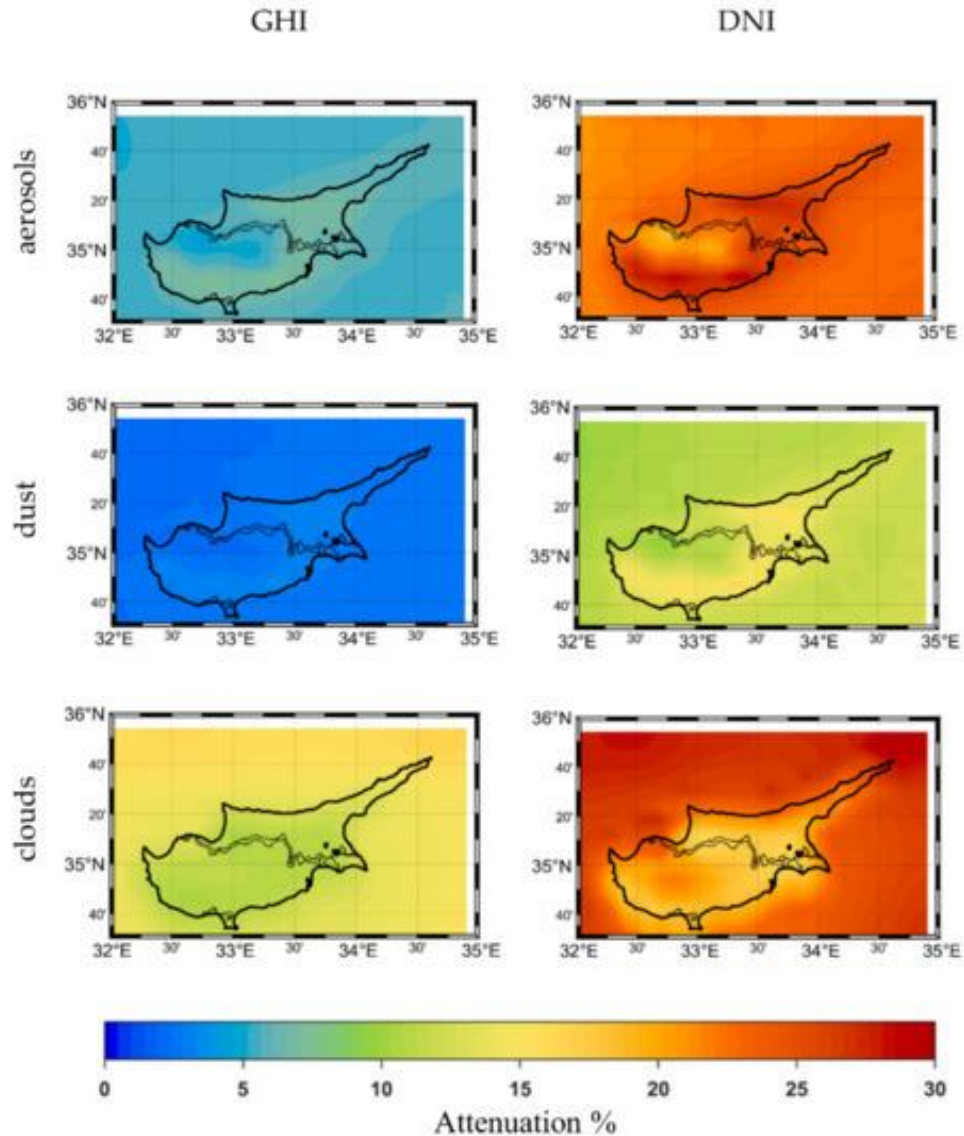
Οικονομικές απώλειες
εξαιτίας της επίδρασης
της σκόνης στην Αίγυπτο

Χρησιμοποίηση δορυφορικών παρατηρήσεων για την παραγωγή κλιματικών χαρτών για την Κύπρο

- Κύπρος → Πολύ υψηλό ηλιακό δυναμικό
- AOD και DOD από MODIS/MIDAS → Μεγαλύτερη ακρίβεια σε σχέση με τα αντίστοιχα προϊόντα από CAMS
- Επίδραση νεφών από CM SAF-SARAH2.1
- Παραγωγή κλιματικών δεδομένων μεγάλης ακρίβειας και υψηλής χωρικής ανάλυσης ($0.05^\circ \times 0.05^\circ$)

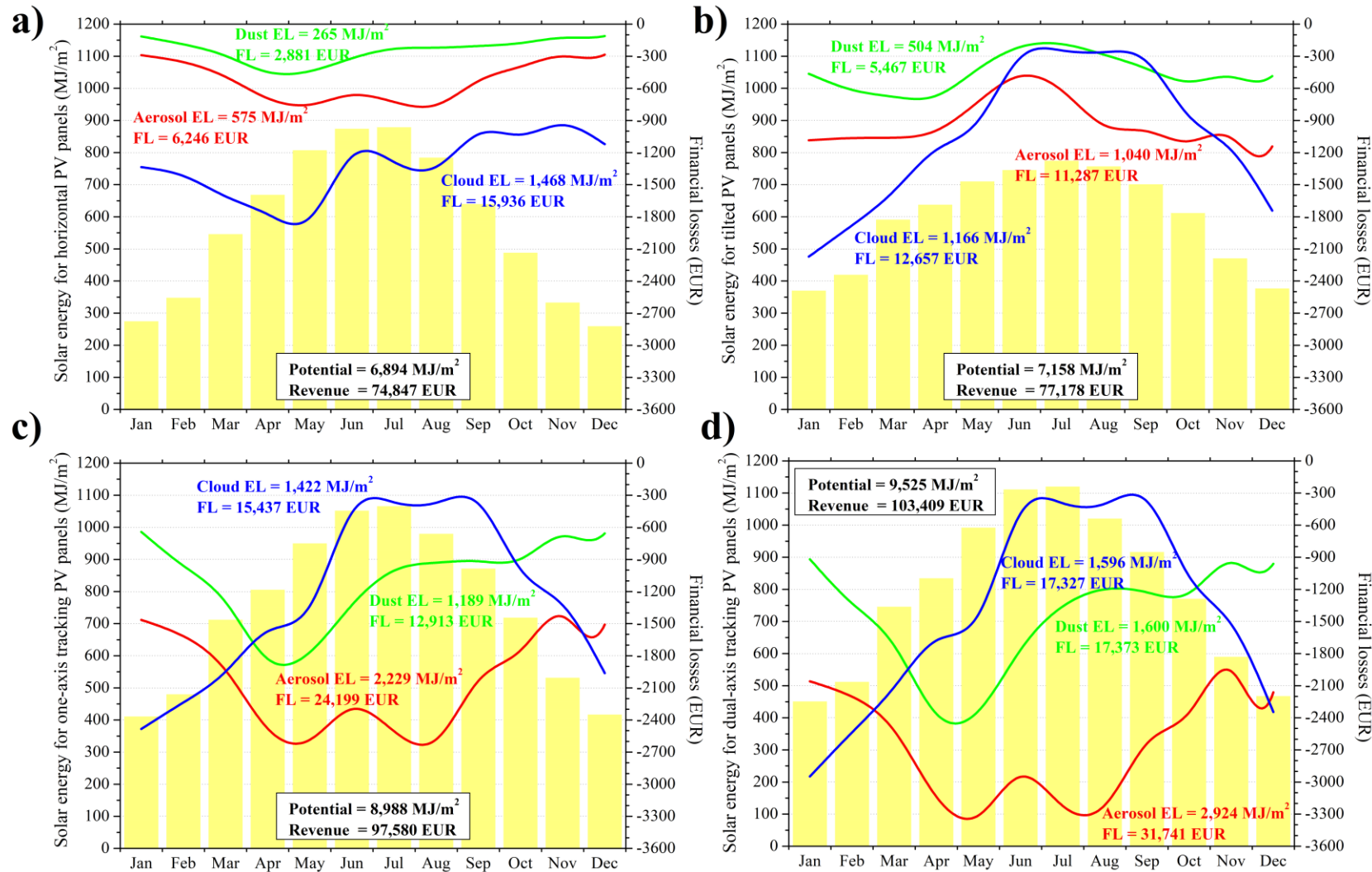


Εκτίμηση της επίδρασης διαφορετικών παραγόντων στην παραγωγή ηλιακής ενέργειας στην Κύπρο



Εξασθένηση (%) της ετήσιας διαθέσιμης ηλιακής ενέργειας (GHI και DNI) από τα αιωρούμενα σωματίδια, τη σκόνη και τα νέφη

Οικονομικές απώλειες στην Κύπρο



Financial analysis of the clouds, aerosol, and dust impacts on the produced solar energy from:

- a PV installation on a horizontal surface (zero tilt angle)
- a PV installation where panels are tilted with a tilt angle equal to the latitude of the location,
- a PV installation where panels are on a 1-axis solar tracking system (following the sun at the azimuthal direction)
- a PV installation where panels are on a 2-axis solar tracking system (constantly perpendicular to the direct solar beam).

In all cases the nominal power of the installations is **500 kW**. The impact was quantified in terms of monthly mean and total financial losses and solar energy potential.

Εκτίμηση της επίδρασης των αιωρούμενων σωματιδίων και της σκόνης στην παραγωγή ηλιακής ενέργειας στις χώρες της Μεσογείου

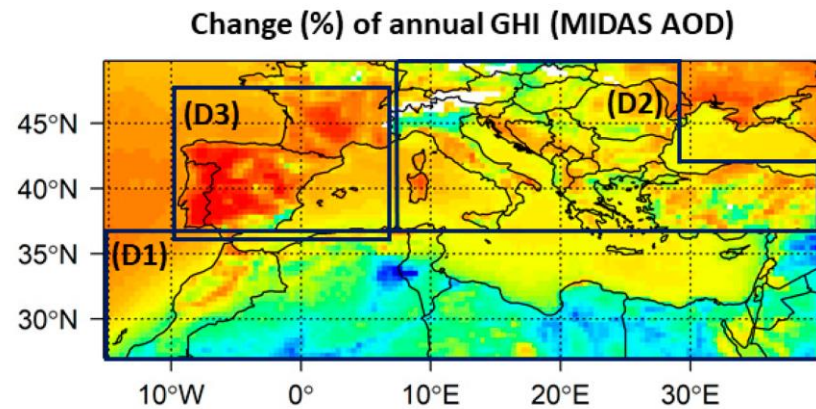
- Χρήση δορυφορικών δεδομένων υψηλής ακρίβειας και υψηλής χωρικής και χρονικής ανάλυσης

Parameter	Description (Spatial–Temporal Resolution)	Source	Reference
Aerosol optical properties	Satellite-retrieved aerosol optical depth (AOD) ($0.1^\circ \times 0.1^\circ$, 1 day)	ModIs Dust Aerosol (MIDAS)	[55]
	Modeled AOD ($0.4^\circ \times 0.4^\circ$, 3 h)	Copernicus Atmospheric Monitoring Service (CAMS) reanalysis	[61]
	Single scattering albedo (SSA) ($1^\circ \times 1^\circ$, 1 month)	Max-Planck Aerosol Climatology (MACv2)	[63]
	Ångström exponent (AE) ($1^\circ \times 1^\circ$, 1 month)	MACv2	[63]
Dust optical properties	Satellite-based dust optical depth (DOD) ($0.1^\circ \times 0.1^\circ$, 1 day)	MIDAS	[55]
	Modeled DOD ($0.4^\circ \times 0.4^\circ$, 3 h)	CAMS reanalysis	[61]
	Dust SSA (DU SSA) ($1^\circ \times 1^\circ$, 12 monthly means)	MACv2	[63]
Water vapor	Modeled total column water vapor (TCWV) ($0.4^\circ \times 0.4^\circ$, 3 h)	CAMS reanalysis	[61]
Ozone	Satellite-retrieved total ozone column (TOC) ($1^\circ \times 1^\circ / 1^\circ \times 1.25^\circ$, 1 day)	Ozone Monitoring Instrument (OMI) TOMS-Like Level 3 product/Earth Probe (EP) Total Ozone Mapping Spectrometer (TOMS) Level 3 version 8 product	[64,65]

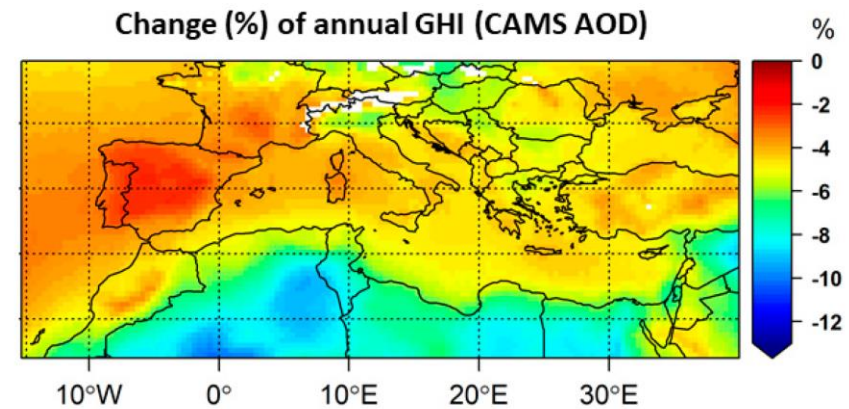
Εκτίμηση της επίδρασης των αιωρούμενων σωματιδίων και της σκόνης στην παραγωγή ηλιακής ενέργειας στις χώρες της Μεσογείου

- Στην περιοχή της Μεσογείου τα νέφη παίζουν σημαντικό ρόλο στην παραγωγή ηλιακής ενέργειας το χειμώνα
- Το καλοκαίρι που η διαθέσιμη ηλιακή ενέργεια είναι μέγιστη, κύριος παράγοντας εξασθένησης στην περιοχή είναι τα αιωρούμενα σωματίδια

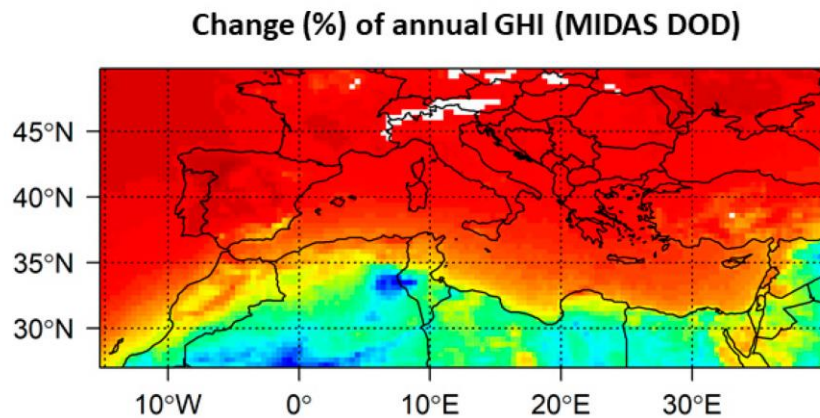
Εκτίμηση της επίδρασης των αιωρούμενων σωματιδίων και της σκόνης στην παραγωγή ηλιακής ενέργειας στις χώρες της Μεσογείου



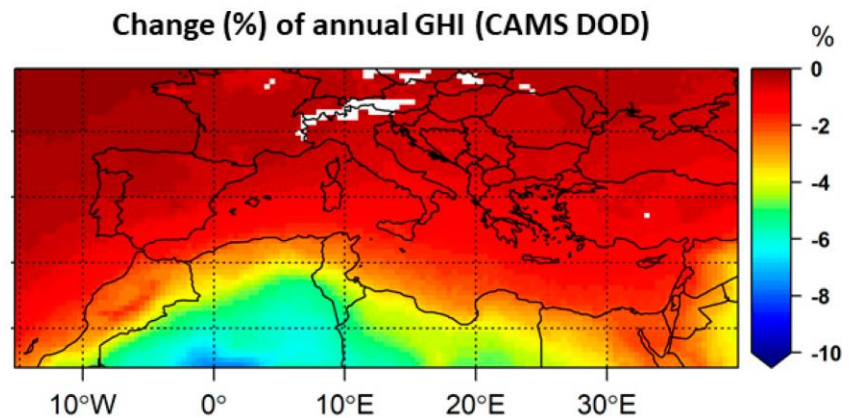
(a)



(b)



(c)



(d)

Change (in %) of the mean annual integral of GHI due to the presence of aerosols under (a) MIDAS AOD and (b) CAMS AOD, (c) MIDAS DOD, (d) CAMS DOD.

Εκτίμηση της επίδρασης των αιωρούμενων σωματιδίων και της σκόνης στην παραγωγή ηλιακής ενέργειας στις χώρες της Μεσογείου

- Η εξασθένηση των GHI και DNI εξαιτίας των αιωρούμενων σωματιδίων είναι 1–13% και 5–47%, αντίστοιχα.
- Η συμβολή της σκόνης στην εξασθένηση της ακτινοβολίας στη Βόρεια Αφρική και τη Μέση Ανατολή είναι 45–90%.
- Η επίδραση των αιωρούμενων σωματιδίων υποεκτιμάται όταν χρησιμοποιούνται αιωρούμενα σωματίδια από CAMS καθώς υποεκτιμάται η επίδραση της σκόνης.

nextSense

- **CAMS radiation service:**

- Πληροφορία των επιπέδων της ηλιακής ενέργειας στο παρελθόν/δεν παρέχονται προγνώσεις

- **nextSENSE:**

- Ολοκληρωμένη Υπηρεσία παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο και παροχής προγνώσεων ηλιακής ενέργειας
- Προσομοίωση της ακτινοβολίας φασματικά → δυνατότητα χρήσης και για άλλες εφαρμογές (υγεία, τουρισμός, αγροτική παραγωγή)
- Συνεχής εξέλιξη και βελτίωση στα πλαίσια μεγάλων Ευρωπαϊκών προγραμμάτων (e-shape, GEO-CRADLE) – κέντρο αριστείας BEYOND σε συνεργασία με PMOD/WRC

Πληροφορία που παράγεται σε πραγματικό χρόνο:

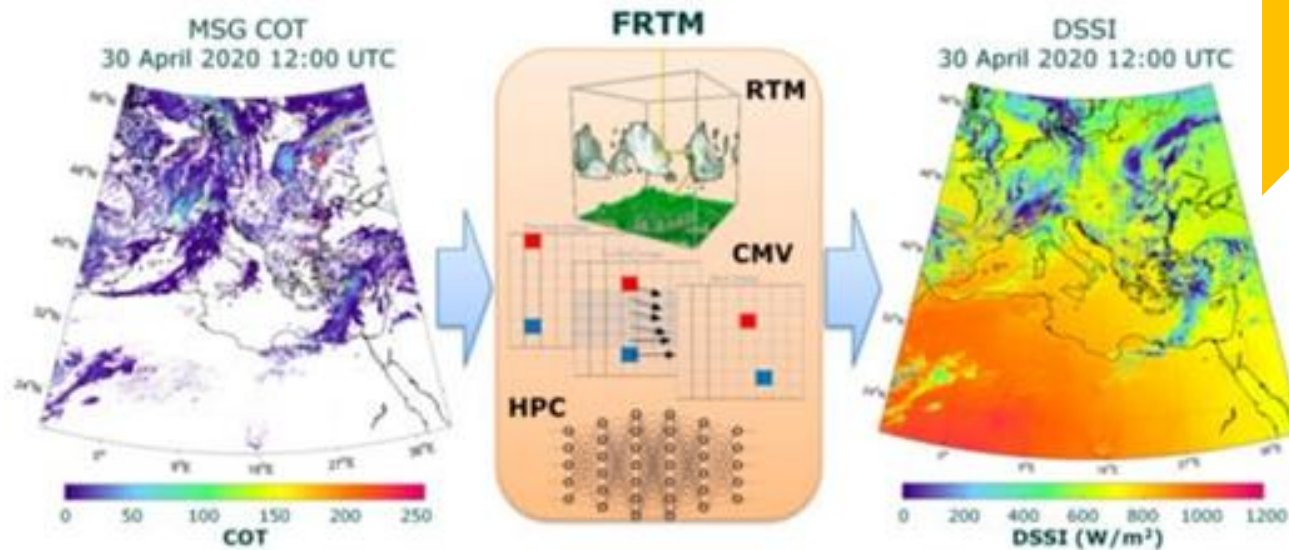
- Νέφη
- Αιωρούμενα σωματίδια
- Υδρατμοί
- όζον

Σχήμα γρήγορων προσομοιώσεων της ακτινοβολίας (υπολογισμός της ενέργειας για 1.5M pixels σε 1.7 min)

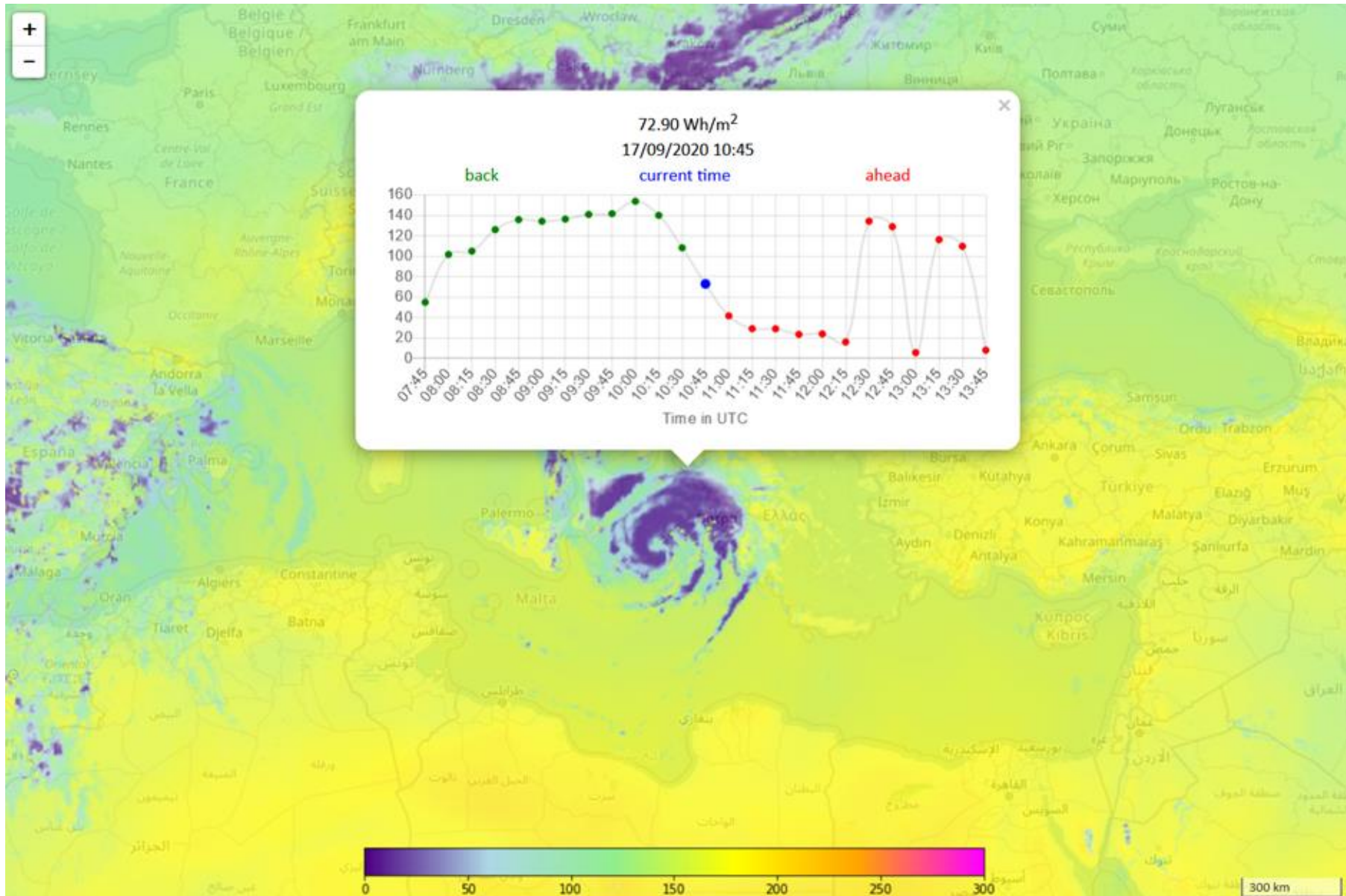
+

Στατιστικές μέθοδοι

- Ηλιακή ενέργεια σε σχεδόν πραγματικό χρόνο
- Πρόγνωση ηλιακής ενέργειας (μέχρι 3 μέρες)



nextSense: Υπηρεσία πρόγνωσης και διαχείρισης ηλιακής ενέργειας

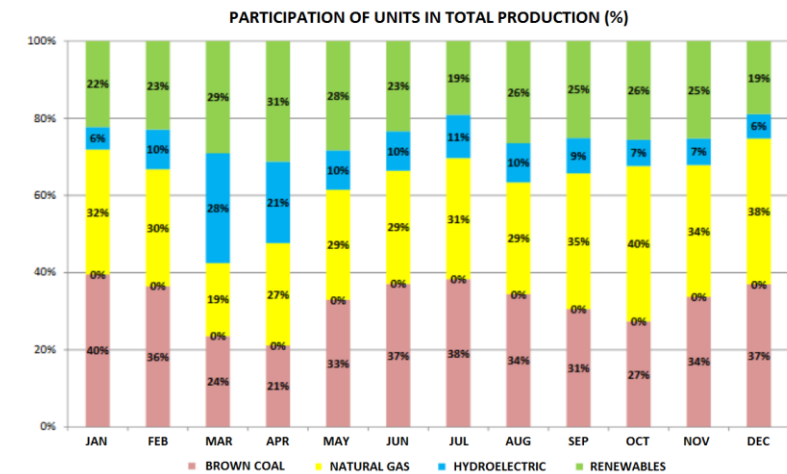
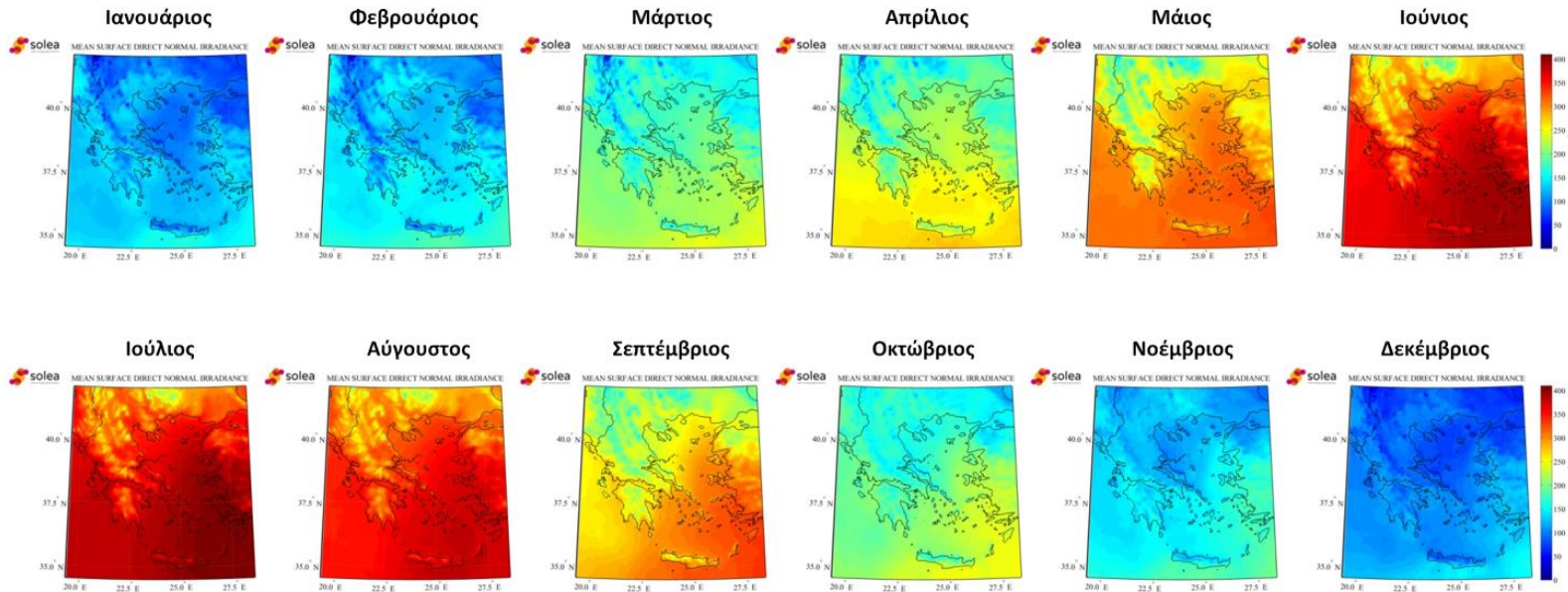


<http://solea.gr/solar-energy-management/>

nextSense: Εφαρμογές στην Ελλάδα



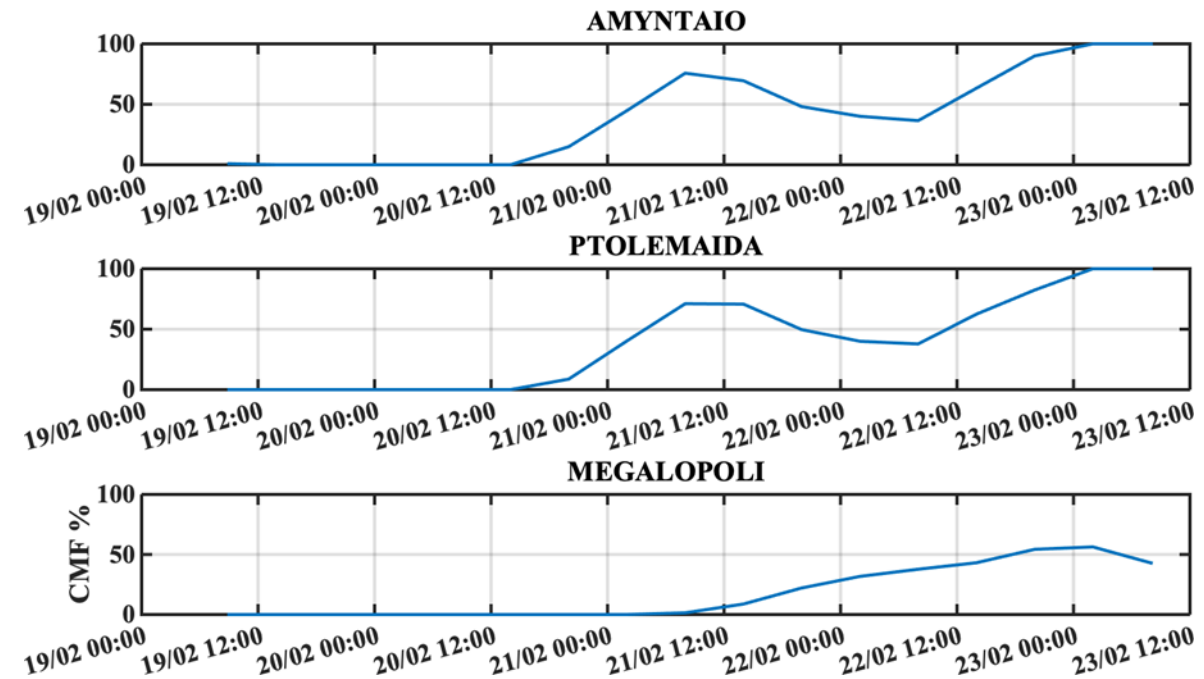
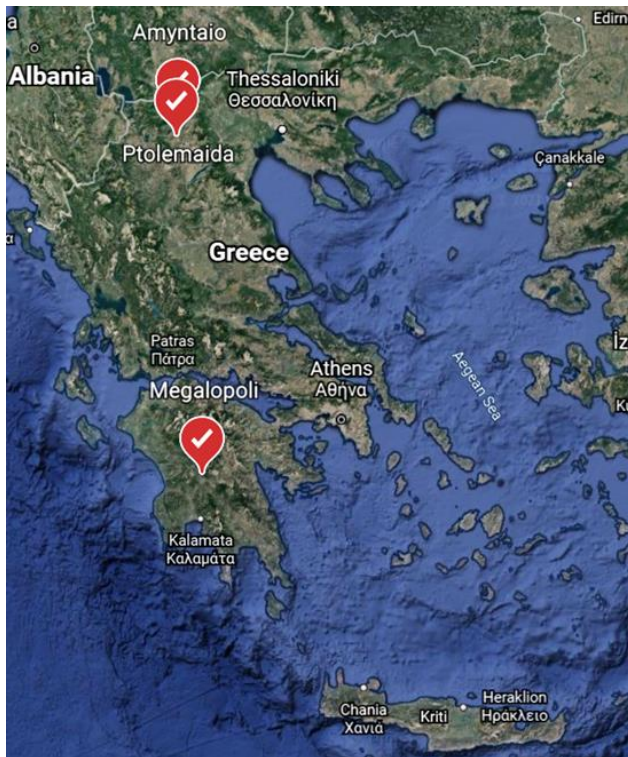
- Αποτελεσματικός έλεγχος και διαχείριση της ενεργειακής παραγωγής από φωτοβολταϊκά και ενσωμάτωση στο εθνικό ηλεκτρικό δίκτυο.



nextSense: Εφαρμογές στην Ελλάδα

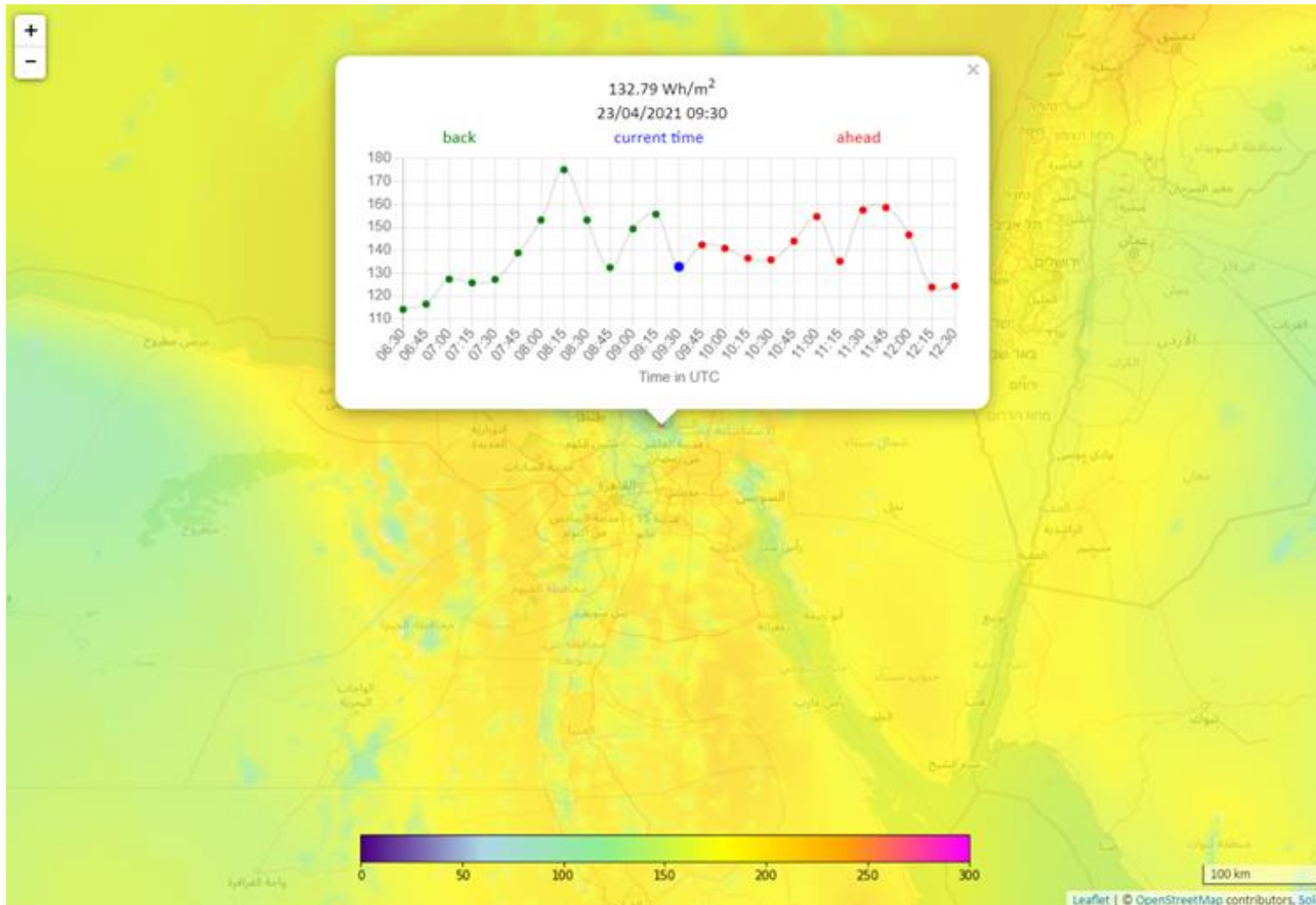


- Μακροπρόθεσμη πρόγνωση για μεγάλα πάρκα παραγωγής ηλιακής ενέργειας



nextSense: Εφαρμογές στην Αίγυπτο

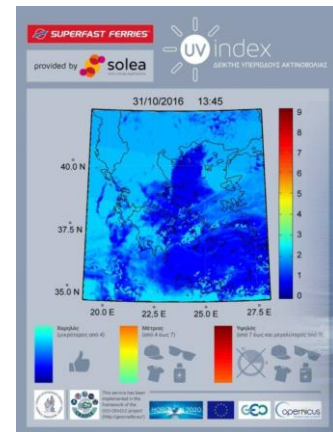
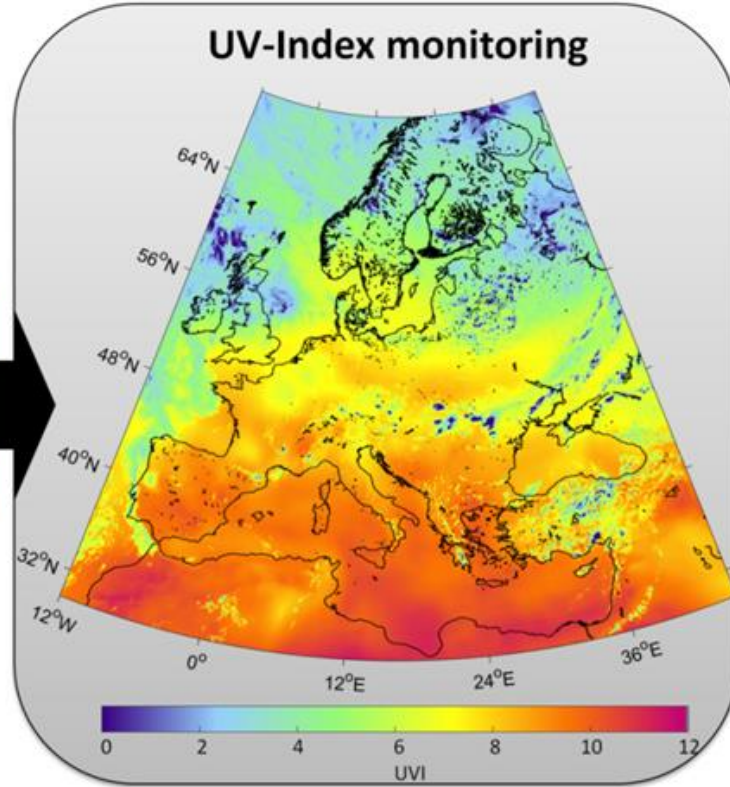
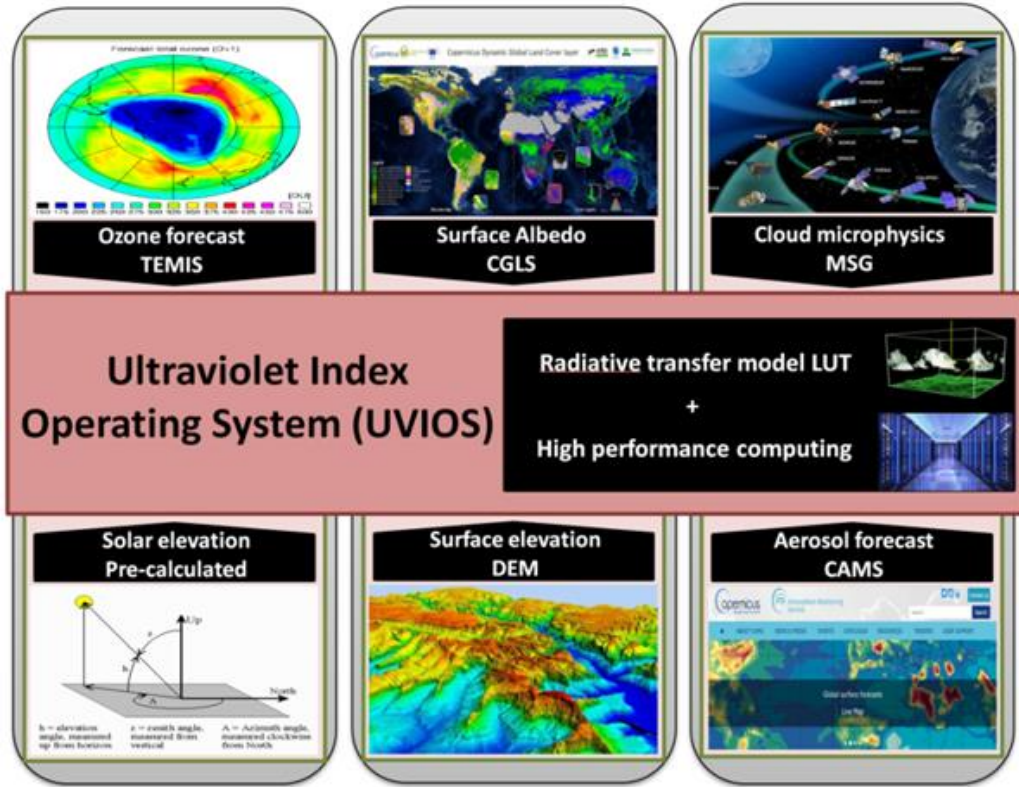
- Βραχυπρόθεσμες προγνώσεις



UVIOS

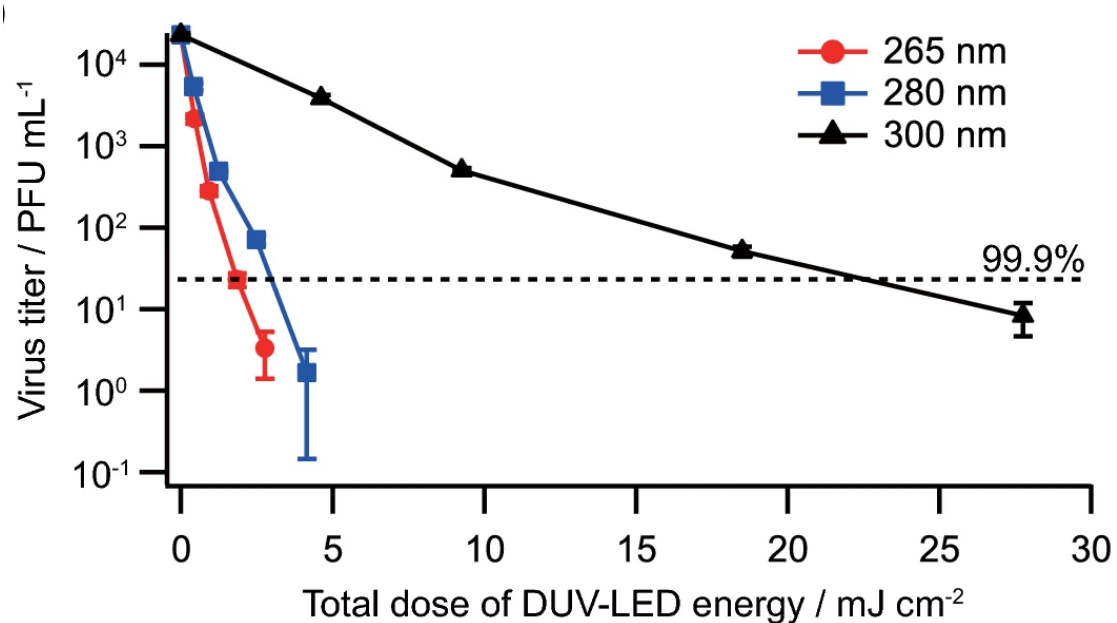
- NextSENSE → προσομοιώσεις του φάσματος της ηλιακής ακτινοβολίας (290 – 3000 nm)
- UV (290 – 400 nm) → σημαντικές βιολογικές επιδράσεις
- Σημαντική πληροφορία που μπορεί να αξιοποιηθεί σε διάφορους τομείς, όπως π.χ. του τουρισμού και της υγείας
- **UVIOS**: σύστημα πρόγνωσης του δείκτη UV (UV index)
- UV index: μέτρο της ικανότητας της ακτινοβολίας να δημιουργεί κοκκίνισμα στο ανθρώπινο δέρμα

UVIOS



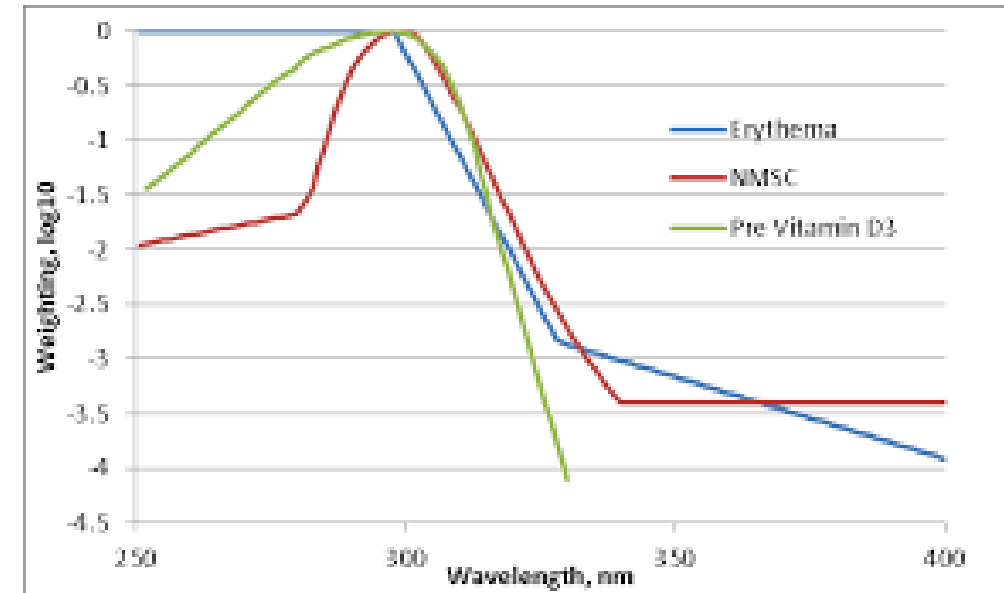
Άλλες δυνατότητες – εφαρμογές στην υγεία

- Παραγωγή βιταμίνης D στο ανθρώπινο δέρμα
- Απενεργοποίηση ιών



Ποσότητα ακτινοβολίας σε διάφορα μήκη κύματος για την απενεργοποίηση του SARS-CoV-2

Πηγή: Minamikawa et al. Quantitative evaluation of SARS-CoV-2 inactivation using a deep ultraviolet light-emitting diode. Sci Rep 11, 5070 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-84592-0>



Δραστικό φάσμα για την παραγωγή της προ-βιταμίνης D3 στο ανθρώπινο δέρμα

Άλλες δυνατότητες

- **PAR (400 – 700 nm):** φασματική περιοχή που χρησιμοποιούν τα φυτά για να φωτοσυνθέσουν
- **UV (290 – 400 nm):** Κάποια φυτά είναι ευαίσθητα και σε αυτή την περιοχή

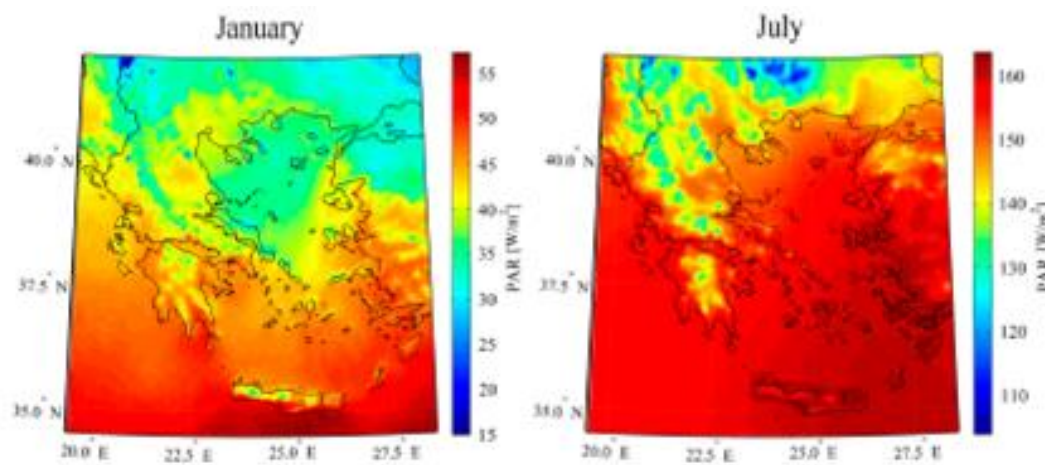
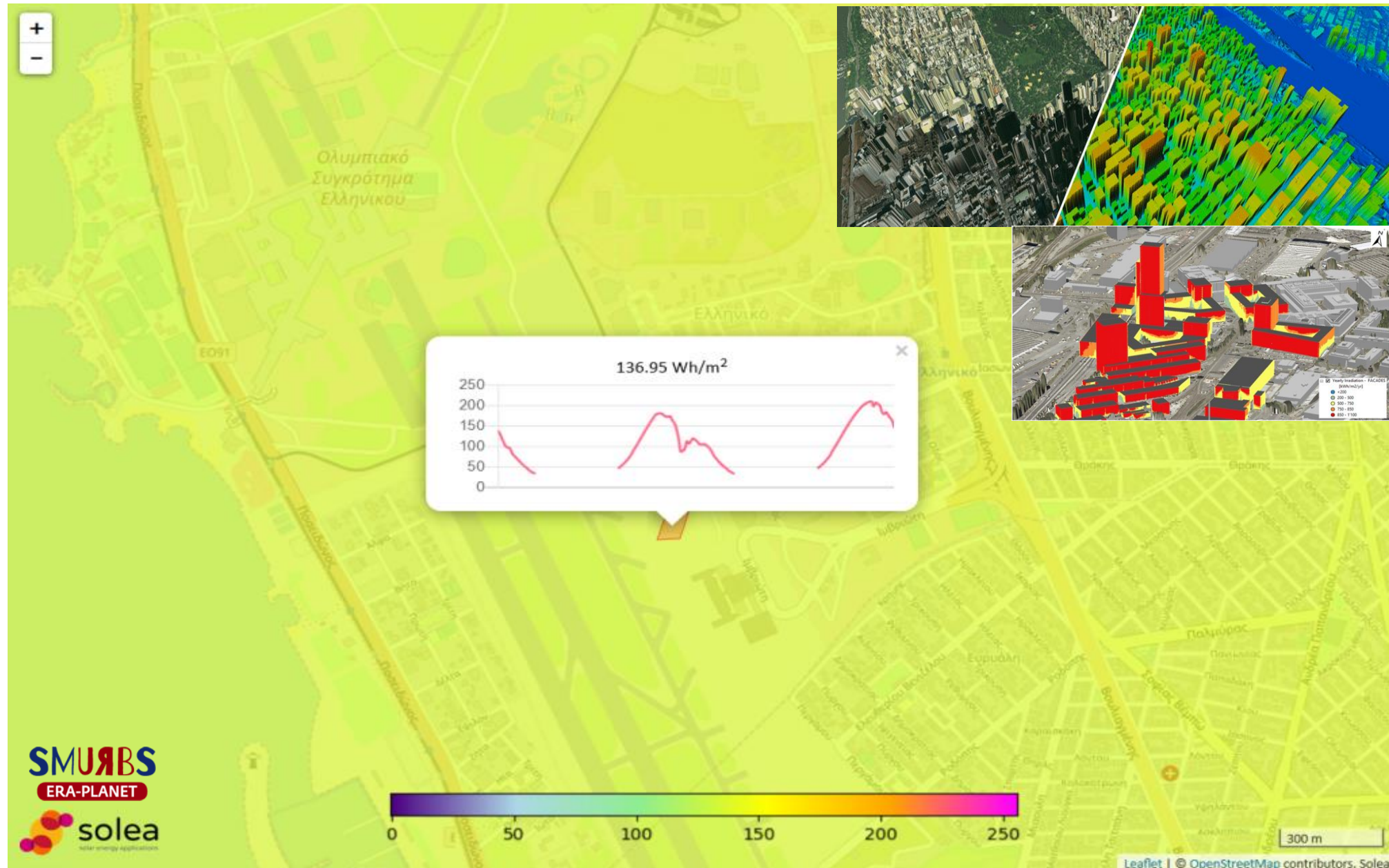


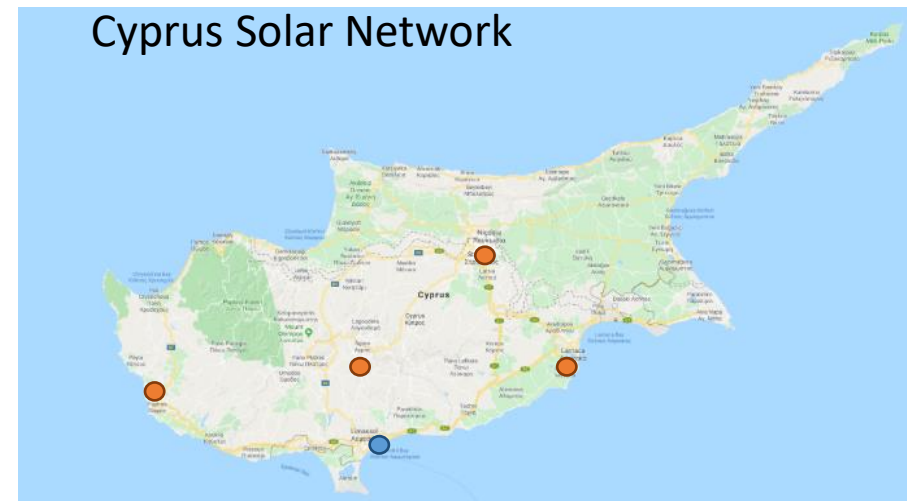
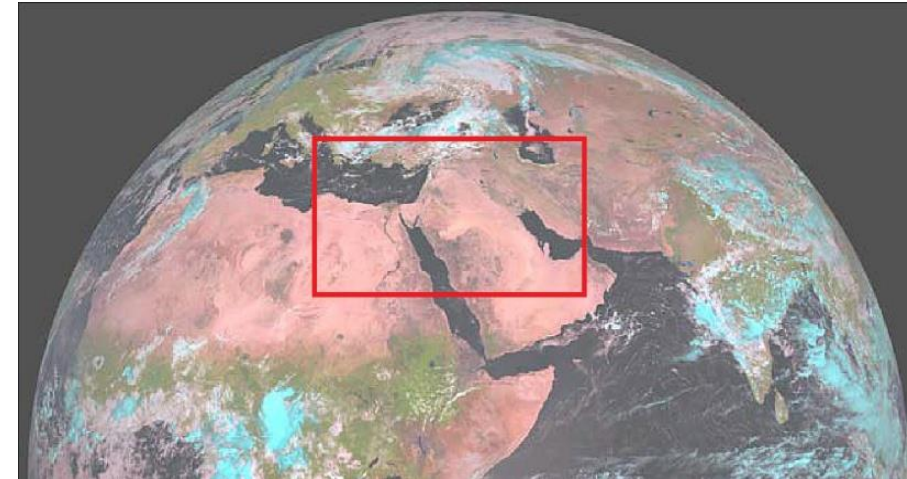
Figure 2. The mean daily Photosynthetically Active Radiation (PAR) for January and July.

Άλλες υπηρεσίες: Έξυπνες πόλεις



Excelsior – Μεταφορά τεχνογνωσίας στην Κύπρο

- cySENSE: Εξέλιξη και προσαρμογή του NextSENSE
- Επιχειρησιακή χρήση για την Κύπρο και την Ευρύτερη περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου και της Μέσης Ανατολής
- Εφαρμογές στον τομέα της ενέργειας αλλά και στους τομείς του τουρισμού και της υγείας
- Δημιουργία επίγειου δικτύου για την πιστοποίηση της ακρίβειας των προγνώσεων και τη βελτίωση του συστήματος



Σύνοψη - Συμπεράσματα

- Η αξιοποίηση της υπηρεσίας Copernicus μπορεί να δώσει νέες χρήσιμες εφαρμογές σχετικά με την ηλιακή ενέργεια και όχι μόνο ...
- Άλλα διαθέσιμα δορυφορικά προϊόντα → Υψηλής χωρικής και χρονικής ακρίβειας πληροφορία για τα επίπεδα της ηλιακής ακτινοβολίας και ενέργειας
- NextSENSE, UVIOS, cySENSE: Πολύτιμα εργαλεία παρακολούθησης και πρόγνωσης ηλιακής ακτινοβολίας/ενέργειας
- Δυνατότητες περαιτέρω αξιοποίησης της πληροφορίας επιστημονικά αλλά και επιχειρησιακά

ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΑΣ!

