

ΤΕΧΝΙΚΟΣ ΟΔΗΓΟΣ

Οδηγός Διαστασιολόγησης Φωτοβολταϊκών

Από τον λογαριασμό ρεύματος στο σχέδιο εγκατάστασης. Ένας πρακτικός τεχνικός οδηγός για πολίτες και ενεργειακές κοινότητες.

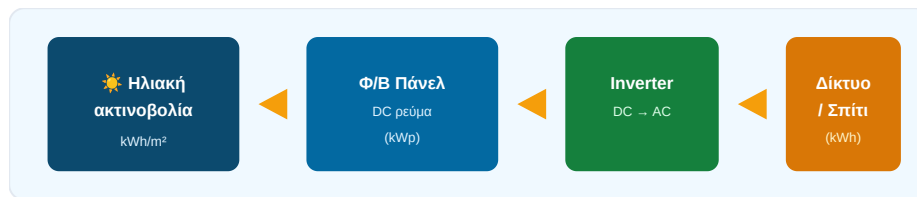
onestopenergy.eu

One-Stop Shop για Ενεργειακές Κοινότητες — Στερεά Ελλάδα
Νοέμβριος 2025

1 Βασικές έννοιες

Πριν ξεκινήσετε τη διαστασιολόγηση, είναι χρήσιμο να κατανοήσετε μερικούς βασικούς όρους:

Όρος	Τι σημαίνει	Αναλογία
kW (κιλοβάτ)	Μονάδα ισχύος — πόσο «δυνατά» λειτουργεί μια συσκευή ή πόσο παράγει ένα πάνελ τη δεδομένη στιγμή.	Σαν η ταχύτητα ενός αυτοκινήτου (km/h)
kWh (κιλοβατώρα)	Μονάδα ενέργειας — πόση ενέργεια καταναλώθηκε ή παρήχθη σε ένα χρονικό διάστημα.	Σαν τα χιλιόμετρα που διανύθηκαν (km)
kWp (κιλοβάτ αιχμής)	Η ονομαστική ισχύς ενός Φ/Β συστήματος κάτω από τυπικές συνθήκες δοκιμής (STC: 1.000 W/m ² , 25°C).	Η «ίπποδύναμη» του κινητήρα
Wp (Watt peak)	Η ονομαστική ισχύς αιχμής ενός μεμονωμένου πάνελ. Ένα σύγχρονο πάνελ έχει 400–600 Wp.	Ισχύς ενός μεμονωμένου κυλίνδρου



Σχήμα 1: Απλοποιημένη ροή ενέργειας — από τον ήλιο στην πρίζα

2 Ηλιακό δυναμικό στη Στερεά Ελλάδα

Η Ελλάδα διαθέτει εξαιρετικό ηλιακό δυναμικό: η μέση ημερήσια ενέργεια σε οριζόντιο επίπεδο είναι ~4,6 kWh/m². Στη Στερεά Ελλάδα, η ετήσια παραγωγή ανά kWp εγκατεστημένης ισχύος κυμαίνεται ως εξής:

Παράμετρος	Τιμή (Στερεά Ελλάδα)	Πηγή
Ετήσια παραγωγή ανά kWp (βέλτιστη κλίση)	~1.400 kWh/kWp	PVGIS, JRC
Ηλιακή ακτινοβολία (GHI, οριζόντιο)	~1.550–1.650 kWh/m ² /έτος	PVGIS
Βέλτιστη κλίση πάνελ	28°–32° (νότιος προσανατολισμός)	PVGIS
Ωρες ηλιοφάνειας ανά έτος	~2.500–2.700	EMY

Τι σημαίνει πρακτικά: 1 kWp εγκατεστημένης ισχύος στη Στερεά Ελλάδα παράγει ~1.400 kWh ετησίως — αρκετά για να καλύψει ~35% της μέσης ετήσιας κατανάλωσης ενός νοικοκυριού (~4.000 kWh).

3 Διαστασιολόγηση βήμα-βήμα

Η παρακάτω μέθοδος ισχύει τόσο για μεμονωμένα νοικοκυριά όσο και για ενεργειακές κοινότητες.

- 1 **Καταγράψτε την ετήσια κατανάλωση (kWh).** Αθροίστε τις kWh από τους τελευταίους 12 μήνες λογαριασμών ρεύματος. Για ενεργειακή κοινότητα, αθροίστε τις καταναλώσεις όλων των μελών. Αν δεν έχετε 12 λογαριασμούς, πολλαπλασιάστε $\times 6$ τον τελευταίο εξάμηνο ή $\times 4$ τον τελευταίο τετράμηνο.

- 2 **Υπολογίστε την απαιτούμενη ισχύ (kWp).** Διαιρέστε τη συνολική κατανάλωση με τον συντελεστή παραγωγής της περιοχής σας.

$$\text{kWp} = \text{Ετήσια κατανάλωση (kWh)} \div 1.400 \text{ (kWh/kWp)}$$

- 3 **Υπολογίστε τον αριθμό πάνελ.** Διαιρέστε τα kWp με την ονομαστική ισχύ κάθε πάνελ. Σύγχρονα μονοκρυσταλλικά πάνελ κυμαίνονται σε 430–550 Wp (0,43–0,55 kWp).

$$\text{Αριθμός πάνελ} = \text{kWp} \div \text{Wp πάνελ (σε kWp)}$$

- 4 **Εκτιμήστε τον χώρο.** Κάθε πάνελ (430–550 Wp) χρειάζεται περίπου 2–2,5 m² σε κεκλιμένη στέγη ή ~3 m² σε ταράτσα/έδαφος (λόγω αποστάσεων για σκίαση).

Παράδειγμα: Μεμονωμένο νοικοκυριό

Δεδομένα	Υπολογισμός	Αποτέλεσμα
Ετήσια κατανάλωση	—	4.200 kWh
Απαιτούμενη ισχύς	$4.200 \div 1.400$	3 kWp
Αριθμός πάνελ (550 Wp)	$3 \div 0,55$	~6 πάνελ
Χώρος στέγης	$6 \times 2,2 \text{ m}^2$	~13 m²

Παράδειγμα: Ενεργειακή κοινότητα 30 μελών

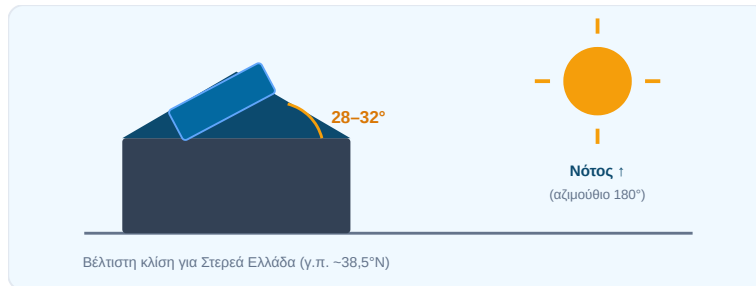
Δεδομένα	Υπολογισμός	Αποτέλεσμα
Ετήσια κατανάλωση (30 $\times$ 4.000)	—	120.000 kWh
Απαιτούμενη ισχύς	$120.000 \div 1.400$	~86 kWp
Αριθμός πάνελ (550 Wp)	$86 \div 0,55$	~156 πάνελ
Χώρος (έδαφος, ~3 m ²)	156×3	~470 m²
Ενδεικτικό κόστος (900 €/kWp)	86×900	~77.000 €

Συμβουλή: Αν στοχεύετε σε μερική κάλυψη (π.χ. 70%), πολλαπλασιάστε τα τελικά kWp $\times 0,70$. Αυτό μειώνει το κόστος και βελτιώνει τον δείκτη αυτοκατανάλωσης.

4 Κλίση, προσανατολισμός και σκίαση

Τρεις παράγοντες επηρεάζουν κρίσιμα την απόδοση ενός Φ/Β συστήματος:

Βέλτιστη κλίση (tilt angle)



Σχήμα 2: Βέλτιστη κλίση πάνελ στη Στερεά Ελλάδα — ~30° με νότιο προσανατολισμό

Στη Στερεά Ελλάδα (γεωγραφικό πλάτος ~38,5°N), η βέλτιστη κλίση για μεγιστοποίηση της ετήσιας παραγωγής είναι 28°–32° με νότιο προσανατολισμό (αζιμούθιο 180°). Ο πίνακας δείχνει πώς αποκλίσεις επηρεάζουν την απόδοση:

Προσανατολισμός	Κλίση	Σχετική απόδοση
Νότος (180°)	30°	100% (βέλτιστο)
Νοτιοανατολικά / Νοτιοδυτικά	30°	~95%
Ανατολικά / Δυτικά	30°	~85%
Νότος	Οριζόντια (0°)	~88%
Νότος	Κατακόρυφα (90°)	~55%
Βορράς	30°	~60% — αποφεύγετε

Σκίαση

Η σκίαση είναι ο σημαντικότερος «εχθρός» ενός Φ/Β. Ακόμα και μερική σκίαση ενός μόνο πάνελ μπορεί να μειώσει δραστικά την απόδοση ολόκληρης της σειράς (string). Αποφύγετε σκίαση από καμινάδες, δέντρα, γειτονικά κτίρια, κεραίες. Η ελάχιστη απόσταση μεταξύ σειρών πάνελ σε ταράτσα/έδαφος υπολογίζεται ώστε να μην υπάρχει σκίαση στις 12:00 τον χειμερινό ηλιοστάσιο (21 Δεκεμβρίου).

Κανόνας του αντίχειρα: Η απόσταση μεταξύ σειρών πάνελ $\approx 1,5\text{--}2 \times$ ύψος πάνελ (για κλίση 30° στη Στερεά Ελλάδα). Π.χ. πάνελ ύψους 1 m σε κλίση $\rightarrow$ απόσταση ~1,5–2 m μεταξύ σειρών.

5 Εξαρτήματα Φ/Β συστήματος

Ένα ολοκληρωμένο Φ/Β σύστημα αποτελείται από:

Φ/Β Πάνελ

Μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε DC ρεύμα. Μονοκρυσταλλικά (mono-Si): 430–600 Wp, απόδοση 20–22%. Διάρκεια ζωής: 25–30 χρόνια, εγγύηση παραγωγής $\geq 80\%$ στα 25 χρόνια.

Αντιστροφέας (Inverter)

Μετατρέπει DC $\rightarrow$ AC (230V, 50Hz). Κεντρικός ή string inverter για κοινότητες. Μικροαντιστροφέας (microinverters) για οικιακά. Ισχύς $\approx 80\text{--}100\%$ της ισχύος Φ/Β.

Βάσεις & Καλωδίωση

Βάσεις στήριξης (αλουμίνιο). DC καλώδια, AC πίνακας, αντικεραυνική προστασία. Μετρητής παραγωγής (net metering / net billing).

6 Απώλειες και πραγματική απόδοση

Η ονομαστική ισχύς (kWp) αναφέρεται σε εργαστηριακές συνθήκες. Στην πράξη, υπάρχουν απώλειες:

Πηγή απώλειας	Τυπικό ποσοστό	Εξήγηση
Θερμοκρασία πάνελ	5–10%	Ο βαθμός απόδοσης μειώνεται $\sim 0,4\%/^{\circ}\text{C}$ πάνω από 25°C . Στην Ελλάδα το καλοκαίρι τα πάνελ φτάνουν $50\text{--}70^{\circ}\text{C}$.
Αντιστροφέας (inverter)	2–4%	Απώλειες μετατροπής DC $\rightarrow$ AC. Σύγχρονοι inverters: 96–98% απόδοση.
Καλωδίωση DC/AC	1–2%	Θερμικές απώλειες στα καλώδια.
Σκόνη, ρύπανση	2–5%	Ρύπανση/σκόνη στην επιφάνεια. Καθαρισμός 1–2 φορές/έτος.
Γήρανση (degradation)	0,5–0,7%/έτος	Σταδιακή μείωση απόδοσης: $\sim 80\%$ στα 25 χρόνια.
Σκίαση (αν υπάρχει)	0–15%	Εξαρτάται από τοποθεσία. Σωστή μελέτη μειώνει στο 0.
Συνολικές απώλειες (PR)	14–22%	Performance Ratio: τυπικά 78–86% στην Ελλάδα.

$$\text{Πραγματική ετήσια παραγωγή} = \text{kWp} \times 1.400 \times \text{PR} \text{ (π.χ. } 0,82\text{)}$$

Π.χ. $10 \text{ kWp} \times 1.400 \times 0,82 = 11.480 \text{ kWh}$ (αντί 14.000 kWh ονομαστικά)

7 Μηνιαία κατανομή παραγωγής

Η παραγωγή κατανέμεται άνισα στη διάρκεια του έτους. Στη Στερεά Ελλάδα, ο Ιούλιος παράγει $\sim 2,5\times$ περισσότερα από τον Δεκέμβριο:



Σχήμα 3: Ενδεικτική μηνιαία κατανομή παραγωγής — ο ήλιος παράγει $2,5\times$ περισσότερα τον Ιούλιο σε σχέση με τον Δεκέμβριο

Γιατί είναι σημαντικό: Αν η κατανάλωσή σας είναι σταθερή όλο τον χρόνο (π.χ. ψυγείο, φωτισμός), τότε τον χειμώνα θα χρειάζεστε ενέργεια από το δίκτυο, ενώ το καλοκαίρι θα έχετε πλεόνασμα. Ο εικονικός ενεργειακός συμψηφισμός (net metering) εξισορροπεί αυτή τη διαφορά ετησίως.

8 Κόστος και απόσβεση

Μέγεθος συστήματος	Κόστος/kWp	Συνολικό κόστος	Ετήσια εξοικονόμηση*	Απόσβεση
Μικρό (3 kWp, ~1 νοικ.)	1.000–1.200 €	3.000–3.600 €	~580 €	5–6 χρόνια
Μεσαίο (10 kWp, ~3 νοικ.)	900–1.100 €	9.000–11.000 €	~1.930 €	5–6 χρόνια
Κοινότητα (80 kWp, ~25 νοικ.)	800–1.000 €	64.000–80.000 €	~15.500 €	5–6 χρόνια
Μεγάλη κοινότητα (400 kWp)	750–950 €	300.000–380.000 €	~77.300 €	4–5 χρόνια

* Εκτίμηση βάσει τιμής ρεύματος ~0,185 €/kWh, παραγωγής 1.400 kWh/kWp, PR 82%. Κόστη ενδεικτικά (2025–2026), χωρίς γη/αδειοδότηση. Ζητήστε πάντα 2–3 προσφορές.

Οικονομία κλίμακας: Μεγαλύτερα συστήματα έχουν χαμηλότερο κόστος/kWp. Αυτό είναι ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα μιας ενεργειακής κοινότητας: μοιράζοντας το κόστος σε πολλά μέλη, ο καθένας πληρώνει λιγότερα.

9 Τύποι εγκατάστασης

Στέγη (rooftop)

Τα πάνελ τοποθετούνται σε κεκλιμένη στέγη ή ταράτσα. Εξοικονομεί χώρο, αξιοποιεί υπάρχουσα υποδομή. Περιορισμός: ο διαθέσιμος χώρος και ο προσανατολισμός. Ιδανικό για οικιακά.

Έδαφος (ground-mount)

Τα πάνελ τοποθετούνται σε βάσεις στο έδαφος. Απεριόριστη επεκτασιμότητα, βέλτιστη κλίση/προσανατολισμός. Χρειάζεται γη (αγροτεμάχιο ή δημοτική γη). Ιδανικό για ενεργειακές κοινότητες.

10 Τι να ρωτήσετε τον εγκαταστάτη

Πριν επιλέξετε εγκαταστάτη, ζητήστε τουλάχιστον 2–3 προσφορές και κάντε τις εξής ερωτήσεις:

Τεχνικές ερωτήσεις

- Τι μάρκα/μοντέλο πάνελ και inverter προτείνετε;
- Ποιες εγγυήσεις δίνει ο κατασκευαστής (πάνελ, inverter, εγκατάσταση);
- Τι αναμενόμενη ετήσια παραγωγή εγγυάστε;
- Πώς θα γίνει η αντικεραυνική προστασία;
- Έχετε μελέτη σκίασης;

Οικονομικές/Διοικητικές ερωτήσεις

- Περιλαμβάνεται η αίτηση στον ΔΕΔΔΗΕ;
- Ποιο είναι το κόστος «κλειδί στο χέρι» (all-in);
- Τι εξοικονόμηση αναμένετε βάσει PVGIS;
- Αναλαμβάνετε τη συντήρηση;
- Παρέχετε σύστημα monitoring;

11 Ειδικά θέματα για ενεργειακές κοινότητες

Κατανομή ενέργειας μεταξύ μελών

Στον εικονικό ενεργειακό συμψηφισμό, κάθε μέλος ορίζει ένα «ποσοστό συμμετοχής» στην κοινότητα, με βάση το οποίο συμψηφίζεται η παραγωγή. Π.χ. αν η κοινότητα παράγει 100.000 kWh/έτος και ένα μέλος έχει 3% μερίδιο, λαμβάνει 3.000 kWh συμψηφισμό.

Διαστασιολόγηση για κοινότητα — Παράδειγμα Δομοκού

Βάσει του σχεδιασμού ECOEMPOWER για τον Δήμο Δομοκού (1,5 MW σε 34 χωριά):

Παράμετρος	Τιμή
Συνολική εγκατεστημένη ισχύς	1.500 kWp (1,5 MW)
Αναμενόμενη ετήσια παραγωγή (1.400 × 0,82)	~1.722.000 kWh
Κάλυψη νοικοκυριών (@ 4.000 kWh/νοικ.)	~430 νοικοκυριά
Χώρος εδάφους (~3 m²/πάνελ, 550Wp)	~8.200 m² (~0,82 εκτάρια)
Εφαρμογές	Δημόσια κτίρια, σχολεία, αντλιοστάσια, οδοφωτισμός, EV charging, δωρεά ενέργειας

Μπαταρίες αποθήκευσης

Η αποθήκευση ενέργειας δεν είναι υποχρεωτική, αλλά αυξάνει τον δείκτη αυτοκατανάλωσης. Σύγχρονες μπαταρίες λιθίου (LiFePO4): χωρητικότητα 5–15 kWh, κύκλοι ζωής 6.000+, διάρκεια ~15 χρόνια. Κόστος: ~300–500 €/kWh (2025). Για κοινότητες, η αποθήκευση αρχίζει να έχει νόημα από 20 kWh+.

Βιβλιογραφία & Πηγές

Εργαλεία υπολογισμού

PVGIS (JRC, Ευρωπαϊκή Επιτροπή). re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools — Δωρεάν εργαλείο εκτίμησης ηλιακής ακτινοβολίας και παραγωγής Φ/Β ανά τοποθεσία. Βάση δεδομένων SARAH-2.

Heliosystems — Υπολογιστής παραγωγής. heliosystems.gr — Εκτίμηση παραγωγής ανά kWp, μηνιαία κατανομή, βέλτιστη κλίση.

Τεχνικοί οδηγοί

TEE (Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας). «Οδηγός Μελέτης και Υλοποίησης Φωτοβολταϊκών Έργων». Μόνιμη Επιτροπή Ενέργειας. tkm.tee.gr

HELAPCO. «Πρακτικός τεχνικός οδηγός φωτοβολταϊκών». helapco.gr/ims/file/oikiaka/pv_guide_jan11.pdf

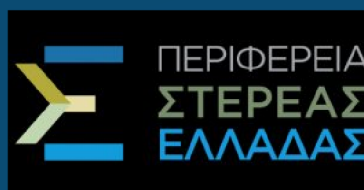
ΥΠΕΝ — Ηλιακή/Φωτοβολταϊκά. ypen.gov.gr/energeia/ape/technologies/iliaki-fotovoltaika/

Τοπικές πηγές

EMY (Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία). emy.gr — Κλιματολογικά δεδομένα Στερεάς Ελλάδας.

ECOEMPOWER — Πιλοτικές περιοχές. ecoempower.eu — Δομοκός (1,5 MW), Καμένα Βούρλα (0,5 MW), Αμφίκλεια (500 kW biogas).

One-Stop Shop Στερεάς Ελλάδας. onestopenergy.eu



Θέλετε να μάθετε περισσότερα;

Επισκεφτείτε το One-Stop Shop για Ενεργειακές Κοινότητες στην Στερεά Ελλάδα.

onestopenergy.eu

Στείλτε μας email: **info@onestopenergy.eu**

Ο οδηγός αυτός παρέχεται για ενημερωτικούς σκοπούς και δεν υποκαθιστά τη μελέτη μηχανικού. Τα κόστη και οι αποδόσεις είναι ενδεικτικά.