

**«Περιοχές ΑΠΕ, κόστος  
Ηλεκτρικής Ενέργειας και Ασφαλής  
Λειτουργία του Συστήματος – Οι  
παρεμβάσεις που απαιτούνται»**

**ΦΙΛΙΠΠΟΥ ΜΙΧΑΛΗΣ**

Τεχνικός Σύμβουλος RESINVEST

# ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ - ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ

## ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ Η.Ε. ΜΟΝΑΔΩΝ ΜΙΑΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΛΕΓΧΟΥ

**ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΣ:** Λαμβάνοντας υπόψη το **Ισοζύγιο Διασυνδέσεων** στην **καμπύλη ζήτησης** τότε η ημερήσια παραγωγή ενέργειας σε **σύστημα και δίκτυο** περιορίζεται στο **εμβαδόν της επιφάνειας S**.

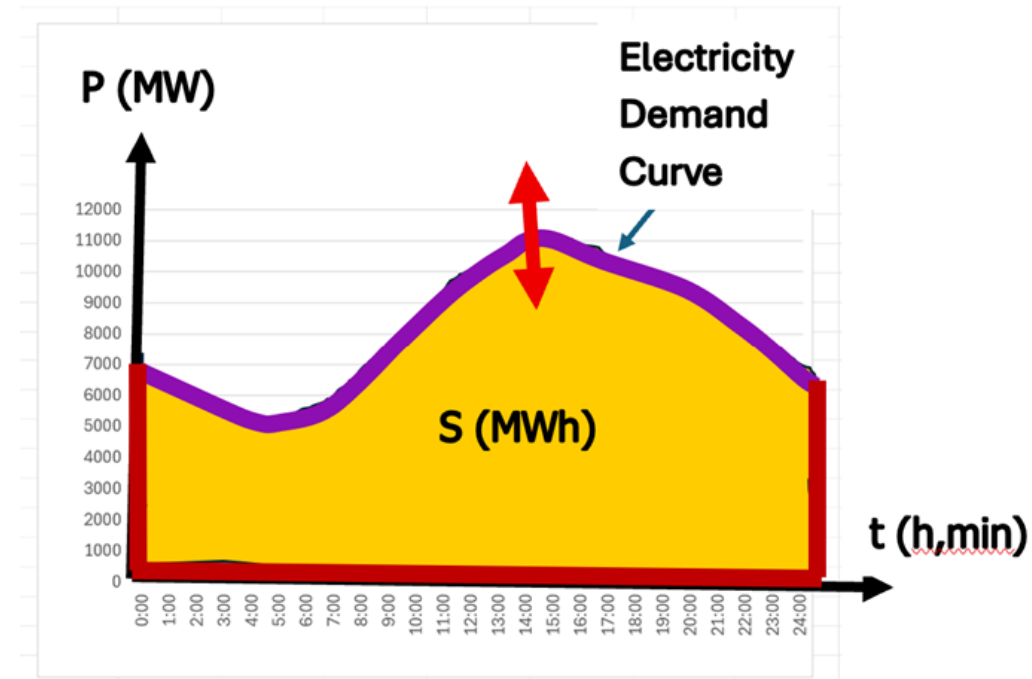
$$\max \sum_i E_i \text{ (MWh)} = S \text{ (MWh)}$$

**ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ: 1) Η ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ**

**ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ:** Οι μονάδες παραγωγής συμμετέχουν στην διαμόρφωση **a) των χαρακτηριστικών ασφαλούς λειτουργίας συστήματος και δικτύου** όπως της **αδράνειας**, της **ρύθμισης τάσεων...., b) του ισοζυγίου παραγωγής – ζήτησης** ενεργού ισχύος με την **παροχή εφεδρειών (FCR, aFRR, mFRR, RR)** και τη **συμμετοχή τους στις εφαρμογές ελέγχου RTBM, AGC** [ρύθμισης σφάλματος περιοχής ελέγχου (ACE), και **Περιοκοπών**, και **c) στην ικανοποίηση Περιορισμών Δικτύου.**

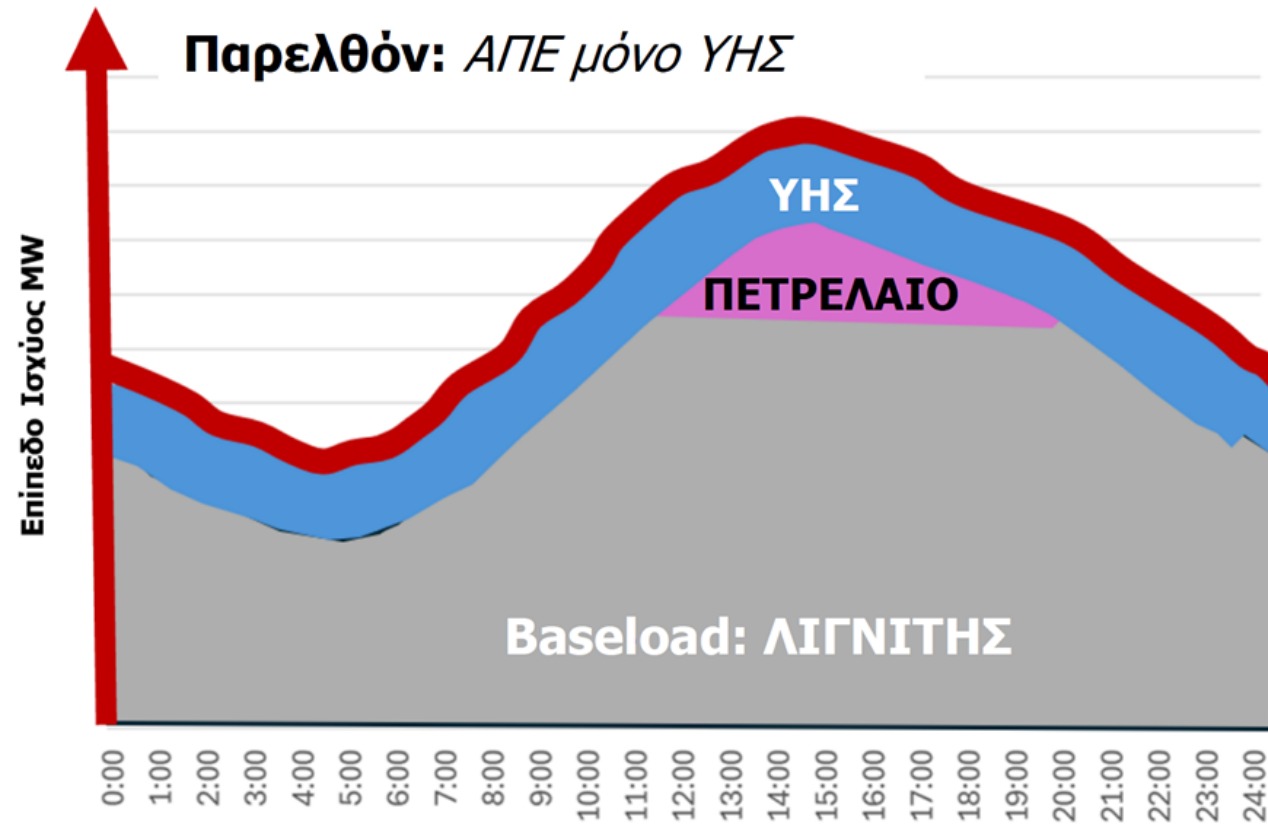
**2) Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΟΣ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΤΩΝ**

**ΑΓΟΡΩΝ:** Forward Market, DAM, IDA1-3, XBID (HEnEx) και Power Balancing Market (ISP 1-3...) και Energy Balancing Market (mFRR-RTBM, aFRR-AGC) (ΙΠΤΟ) **βάσει των αντίστοιχων οικονομικών προσφορών.**



**2024: Average S(MWh) = 143 MWh**

# ΠΑΡΕΛΘΟΝ: ΠΑΡΑΓΩΓΗ Η.Ε. ΜΟΝΑΔΩΝ ΣΤΟ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ (GR CONTROL AREA)

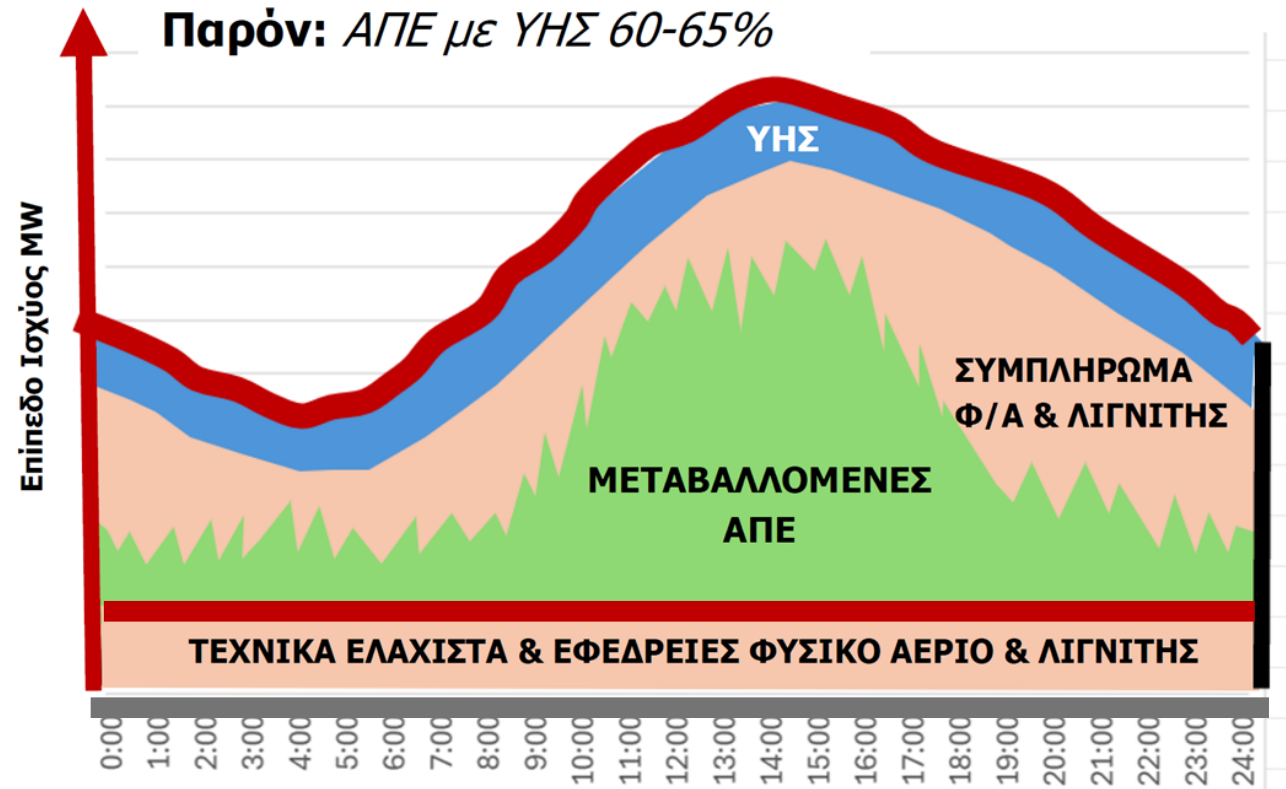


- **Βάση:** Λιγνιτικές Μονάδες - **εγχώριο και φθηνό** καύσιμο
- **Συμπλήρωμα & Αιχμές:** Πετρελαϊκές Μονάδες - **εισαγόμενο και ακριβό** καύσιμο
- **Ρύθμιση:** Υδροηλεκτρικές (ΥΗΣ) και στη συνέχεια Πετρελαϊκές, Φ/Α και Λιγνιτικές

# ΠΑΡΕΛΘΟΝ: ΔΙΑΠΙΣΤΩΣΕΙΣ

- **ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ :** **Ικανοποιητική**, με **δύο μεγάλους σταθμούς βελτίωσης: 1) 1995**, Θέση σε λειτουργία του Σύγχρονου Εθνικού Κέντρου Κατανομής (Αγ. Στέφανος Αττικής) και **2) η σημαντική αναβάθμιση δικτύων Μεταφοράς και Διανομής για τους Ολυμπιακούς Αγώνες στην Αθήνα το 2004.**
- **ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΚΟΣΤΟΣ:** **Ικανοποιητικό**, λόγω του **εγχώριου και φθηνού Λιγνίτη** με τη σταδιακή ένταξη **στη ρύθμιση μονάδων Πετρελαϊκών – Φ/Α και Λιγνιτικών (Economic Dispatch & AGC) παρατηρήθηκε αύξηση της παραγωγής τους και εξοικονόμηση κατανάλωσης «νερών».**
- **ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ:** **Μη Ικανοποιητικές**, λόγω ανεπιθύμητων εκπομπών από την καύση Λιγνίτη και άλλων ορυκτών καυσίμων.
- **ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ:** **Ικανοποιητική**, λόγω κεντρικού σχεδιασμού.

# ΠΑΡΟΝ: ΠΑΡΑΓΩΓΗ Η.Ε. ΜΟΝΑΔΩΝ ΣΤΟ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ (GR CONTROL AREA)



- **Βάση:** Κυρίως Μονάδες Φυσικού Αερίου – **εισαγόμενο και ακριβό καύσιμο**
- **Συμπλήρωμα:** ΑΠΕ (Φ/Β ΚΑΙ ΑΙΟΛΙΚΑ κ.α.) – **εγχώριο και φθηνό “καύσιμο” & Φ/Α**
- **Αιχμές & Ρύθμιση :** Υδροηλεκτρικές (ΥΗΣ) & Μονάδες Φυσικού Αερίου

# ΠΑΡΟΝ: ΔΙΑΠΙΣΤΩΣΕΙΣ

- **ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ:** Υπό διερεύνηση (βλέπε Black-out Ιβηρικής), στις νέες συνθήκες υψηλής παραγωγής Η.Ε. από ΑΠΕ  $\geq 60\%$ , απαιτείται ενίσχυση της ανθεκτικότητας των δικτύων και των inverter-based generators στις διαταραχές με κατάλληλες βελτιώσεις.
- **ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΚΟΣΤΟΣ:** Υψηλό, οι περικοπές και η μη ουσιαστική συμμετοχή των ΑΠΕ στις Εφεδρείες και την χρήση τους (mFRR/RTBM & aFRR/AGC) (μη ευέλικτη παραγωγή), περιορίζουν την συμμετοχή τους στην εξυπηρέτηση της ζήτησης και συνεπώς το Ενεργειακό Κόστος επιβαρύνεται.
- **ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ:** Δύναται να βελτιωθούν περαιτέρω με την αύξηση της ευελιξίας στην παραγωγή Η.Ε. από ΑΠΕ και εντέλει της παραγωγής των σε βάρος των εισαγόμενων ορυκτών καυσίμων.
- **ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ ΑΠΕ:** Σε κίνδυνο, οι περικοπές σε συνδυασμό με τις μηδενικές και αρνητικές τιμές, χωρίς αμφιβολία έχουν σημαντικές επιπτώσεις στις επενδύσεις με συμβάσεις ενίσχυσης διαφορικής προσαύξησης (feed-in premium) & στις εμπορικές επενδύσεις (merchant).

# ΕΝΤΑΞΗ ΑΥΤΟΝΟΜΩΝ ΜΠΑΤΑΡΙΩΝ

Χωρίς αμφιβολία θα συμβάλουν στην μείωση των περικοπών και την αύξηση της παραγωγής ΑΠΕ και πρέπει να επιταχυνθεί. Ποσότητες πράσινης ενέργειας θα μεταφερθούν χρονικά στο 24ωρο και θα αντικαταστήσουν ενέργεια Φ/Α συμπιέζοντας το ενεργειακό κόστος.

**Θα πρέπει όμως, να λάβουμε υπόψη ότι: a) η συνολική εγκατεστημένη τους ισχύς θα πρέπει να περιοριστεί σε ένα όριο για να μην αντιμετωπίσουν προβλήματα βιωσιμότητας και b) οι αβεβαιότητες διαχείρισής τους στις αγορές.**

συνεπώς θα πρέπει η δράση αυτή να συνοδεύεται και από άλλες δράσεις απαραίτητες για **την ομαλή και βέλτιστη ενεργειακή μετάβαση** αλλά και **την εξασφάλιση της βιωσιμότητας των πράσινων επενδύσεων** αυτών που “χωρούν κάτω από την καμπύλη ζήτησης”,

**Οι πρόσθετες επενδύσεις θα πρέπει να συνδυασθούν με νέα φορτία** (αύξηση της ζήτησης) όπως Data Centers, Gold Ironing, επεξεργασία νερού και περαιτέρω ανάπτυξης εξηλεκτρισμού.....

# ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΕΣ ΝΕΕΣ ΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ – Στο πλαίσιο του Ενεργειακού Σχεδιασμού

- I. **Συνέχιση και επιτάχυνση της Αναβάθμισης της ανθεκτικότητας σε διαταραχές, των δικτύων μεταφοράς και διανομής,** σε συνθήκες κυρίαρχης παρουσίας των “inverter-based generators” και αυξημένης παρουσίας αρμονικών.
- II. **Αναβάθμιση της ανθεκτικότητας σε διαταραχές, τουλάχιστον των μεγάλων ( $\geq 400\text{Kw}$ ) “inverter-based generators” με αντικατάσταση των Grid Following Inverters (GFLs) με Grid Forming Inverters (GFIs).**
- III. **Υλοποίηση τεχνικών και ρυθμιστικών προϋποθέσεων για την ένταξη Υβριδικών Πορτοφολιών ΑΠΕ & Συστημάτων Αποθήκευσης κυρίως με Υβριδικές Μονάδες ΑΠΕ & Συστημάτων Αποθήκευσης (BESS behind the Meter) στις εφαρμογές mFRR/RTBM και aFRR/AGC του Εθνικού Κέντρου Κατανομής του ΑΔΜΗΕ.**

# ΕΞΕΛΙΞΗ ΣΑΗΕ

Το project “*Long Duration Storage Shot™*”, του Υπουργείου Ενέργειας των ΗΠΑ (*Department Of Energy*) στοχεύει στη **μείωση του κόστους αποθήκευσης κατά 90% για ΣΑΗΕ** που παρέχουν **διάρκεια αποθήκευσης περισσότερο από 10 ώρες, μέσα στη δεκαετία!**

**Διαφορετικές τεχνολογίες** στην εξελικτική τους πορεία ωρίμανσης παρέχουν σε διαφορετικό βαθμό διαφορετικά χαρακτηριστικά αποθήκευσης:

**Οι Μπαταρίες (*BESS*)** παρέχουν ικανοποιητική πυκνότητα ενέργειας (*energy density*),

**Οι Υπερπυκνωτές (*Super/Ultra Capacitors*)** προσφέρουν ικανοποιητική πυκνότητα ισχύος (*power density*), δυνατότητα μεγάλου αριθμού κύκλων (charge-discharge cycles), με μεγάλη συχνότητα και ταχύτητα φόρτισης / εκφόρτισης, με διάρκεια ζωής 15-20 χρόνια.

Ο συνδυασμός διαφορετικών τεχνολογιών αποθήκευσης, **Μικτά ΣΑΗΕ**, και η εγκατάστασή τους σε δίκτυα διεθνώς, έχει ήδη επιφέρει εξαιρετικά αποτελέσματα.

# ΚΑΤΑΝΕΜΟΜΕΝΕΣ ΑΠΕ & ΣΑΗΕ

## Dispatchable Renewables, DRE

Παράλληλα με τις προτεινόμενες δράσεις 1&2 θα είναι και η υλοποίηση της δράσης 3 με τη δημιουργία Υβριδικών Ανανεώσιμων Πορτοφολίων με δυνατότητα να προσφέρουν αξιόπιστες ποσοτικά και ποιοτικά επικουρικές υπηρεσίες (mFRR/RTBM και aFRR/AGC), σε ένα σύστημα που λειτουργεί με την αρχή του Κεντρικού Ελέγχου και Κατανομής ανά Μονάδα (**Central Dispatch Model / Unit Based**), να ανταγωνιστούν στις αντίστοιχες αγορές τις συμβατικές μονάδες ορυκτών καυσίμων με αποτέλεσμα να ανοίξει ο δρόμος για την ολοκλήρωση της ενεργειακής μετάβασης προσφέροντας στους καταναλωτές χαμηλό ενεργειακό κόστος και στους επενδυτές βιωσιμότητα των επενδύσεών τους.

Στην κατηγορία **Dispatchable Renewables, DRE** θα πρέπει να ενταχθούν οι ΑΠΕ (Φ/Β & Αιολικά) που έχουν χαρακτηριστεί "**ΧΩΡΙΣ ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑ ΣΤΗΝ ΑΓΟΡΑ**" περίπου **10 GW εγκατεστημένης ισχύος**. Προφανώς μέχρι την ένταξή τους μέσω Υβριδικών Ανανεώσιμων Πορτοφολίων στις εφαρμογές RTBM και AGC θα είναι ενταγμένες σε εφαρμογή περικοπών, δεδομένου ότι σε κάθε περίπτωση για την ασφαλή λειτουργία του Συστήματος θα πρέπει η παραγωγή τους να είναι σε πλήρη έλεγχο από το Εθνικό Κέντρο Ελέγχου του ΑΔΜΗΕ. Ο καθορισμός της παραγωγής των κάθε 15min (RTBM) ή 4sec (AGC) **θα εξασφαλίζει την μέγιστη παραγωγή ενέργειας και έσοδα με βάση τις οικονομικές προσφορές πώλησης** που έχει κάνει στις αγορές ενέργειας και επικουρικών υπηρεσιών. Θα εξασφαλίζεται επίσης **η ασφαλής λειτουργία του συστήματος και η βιωσιμότητα της επένδυσης**.

# ΜΕΤΑΒΑΛΛΟΜΕΝΕΣ ΑΠΕ

## Variable Renewables, VRE

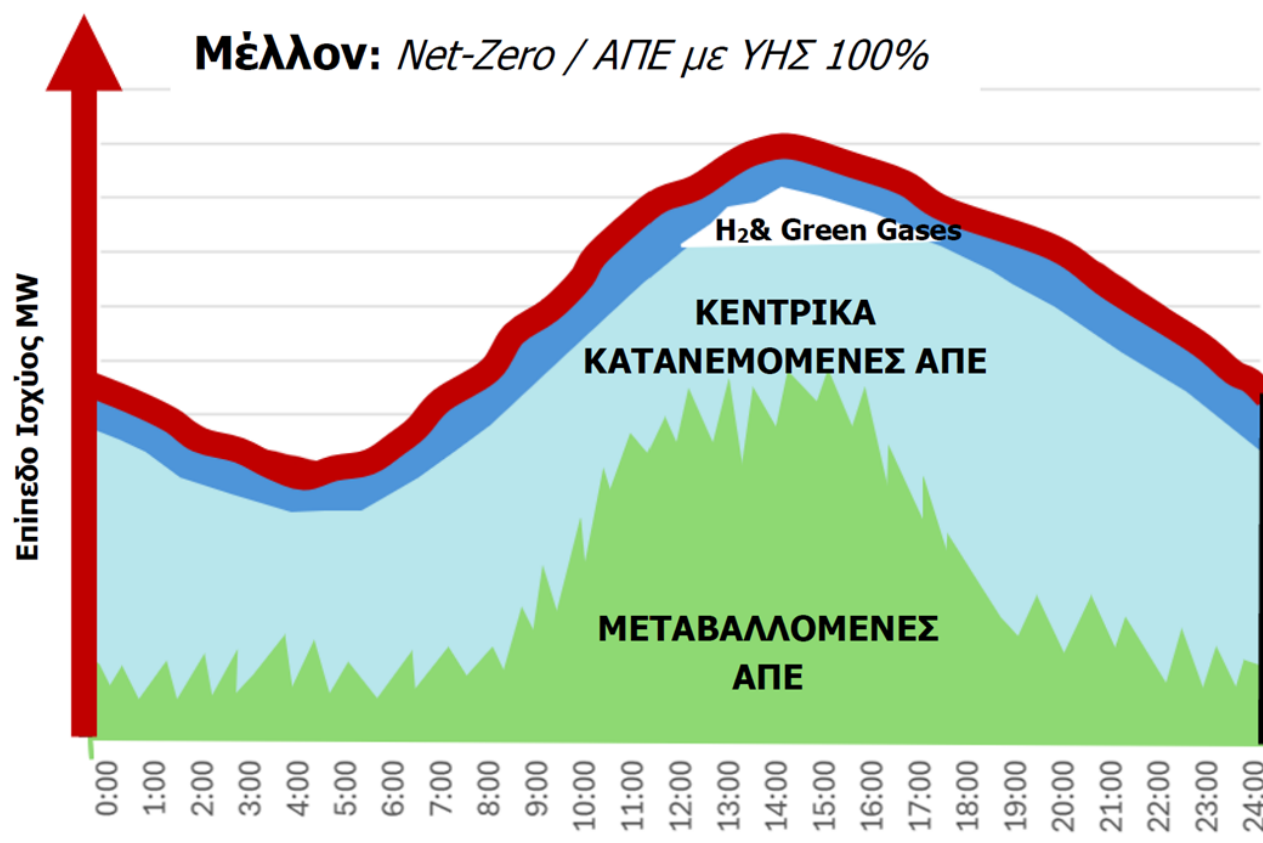
Στην κατηγορία **Variable Renewables, VRE** θα πρέπει να ενταχθούν οι ΑΠΕ (Φ/Β & Αιολικά) με διακοπτόμενη και στοχαστική παραγωγή που έχουν χαρακτηρισθεί **“ΜΕ ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑ ΣΤΗΝ ΑΓΟΡΑ”** περίπου **6 GW εγκατεστημένης ισχύος**.

Αυτές οι ΑΠΕ θα πρέπει να συνεχίσουν να είναι υπό κεντρικό έλεγχο τυχόν περικοπών όπως και σήμερα από το Εθνικό Κέντρο Κατανομής του ΑΔΜΗΕ και τα Κέντρα Ελέγχου του ΔΕΔΔΗΕ, για να υπάρχει η δυνατότητα περικοπής της παραγωγής τους.

Οι πιθανότητες βέβαια περικοπής θα έχουν δραστικά μειωθεί, αφενός γιατί η εγκατεστημένη τους ισχύ θα έχει συρρικνωθεί εφόσον μεγάλης ισχύος ΑΠΕ χωρίς προτεραιότητα θα έχουν ενταχθεί στην κατηγορία DRE και αφετέρου ικανή εγκατεστημένη ισχύ αυτόνομων (standalone) ΣΑΗΕ θα εξασφαλίζει την αποφυγή περικοπών.

**Οι Μεταβαλλόμενες ΑΠΕ χωρίς αμφιβολία θα παράγουν με διαφορά την φθηνότερη MWh συμμετέχοντας στην Day Ahead Market (DAM) .**

# ΜΕΛΛΟΝ: ΣΤΟΧΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ ΜΕ ΟΜΑΛΟ ΚΑΙ ΒΕΛΤΙΣΤΟ ΤΡΟΠΟ



- **Βάση:** Μεταβαλλόμενες ΑΠΕ – εγχώριο και φθηνό “καύσιμο”
- **Συμπλήρωμα & Ρύθμιση:** Κατανεμόμενες ΑΠΕ – εγχώριο και φθηνό “καύσιμο” με επιβάρυνση απόσβεσης εξοπλισμού ΣΑΗΕ και Controllers.
- **Αιχμές:** Υδροηλεκτρικές (ΥΗΣ) & Μονάδες H<sub>2</sub> & Ανανεώσιμων Αερίων

# ***ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ***

- ❑ **Ενεργειακός Σχεδιασμός** επόμενης δεκαετίας **με μέτρα καθοδήγησης και στήριξης των επενδυτών** σε αυτή την κατεύθυνση.
- ❑ **Η εφαρμογή των προτεινόμενων δράσεων** θα επιταχύνει την ενεργειακή μετάβαση:
  - **Αυξάνοντας την Ασφάλεια Λειτουργίας του Συστήματος**
  - **Αυξάνοντας την Παραγωγή ΑΠΕ**
  - **Μειώνοντας το Ενεργειακό Κόστος και**
  - **Εξασφαλίζοντας την Βιωσιμότητα των Επενδύσεων**

***ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΑΣ***