



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών
Τομέας Ηλεκτρικής Ισχύος

Ηρώων Πολυτεχνείου 9, 15780 Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου

E³M - Lab

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ ΚΡΗΤΗΣ (αναθεωρημένη εκδοχή)

E3M-Lab, Απρίλιος 2016

E³M - Lab

**Ομάδα έργου: Γ. Καμάρας, Κ. Ντελκής, Μ.
Παπαδόπουλος, Μ. Ασλάνογλου, Μ. Κανναβού,
Σ. Νάνου, Δ. Περονικολής, Π. Κάπρος**

Εισαγωγή

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΡΓΟΥ

1. Συλλογή, αξιολόγηση και ανάλυση μελετών και στοιχείων
2. Κατάρτιση αναλυτικού ενεργειακού ισοζυγίου για την Περιφέρεια Κρήτης
3. Προβολή στο μέλλον παραγωγής και ζήτησης ενέργειας για όλους τους τομείς μέχρι το 2050
4. Προβολές ενεργειακού συστήματος, εκπομπών και κόστους μέχρι το 2050 κατά σενάριο, τα οποία διαφέρουν ως προς:
 - Βασικές υποδομές για τον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας
 - Ανάπτυξη ή όχι συστήματος με φυσικό αέριο
 - Εξοικονόμηση ενέργειας
 - Ανάπτυξη των ΑΠΕ
5. Συγκριτική αξιολόγηση σεναρίων με βάση διάφορα κριτήρια
6. Διαβούλευση – Συμβουλές



Κύρια σενάρια για την Κρήτη

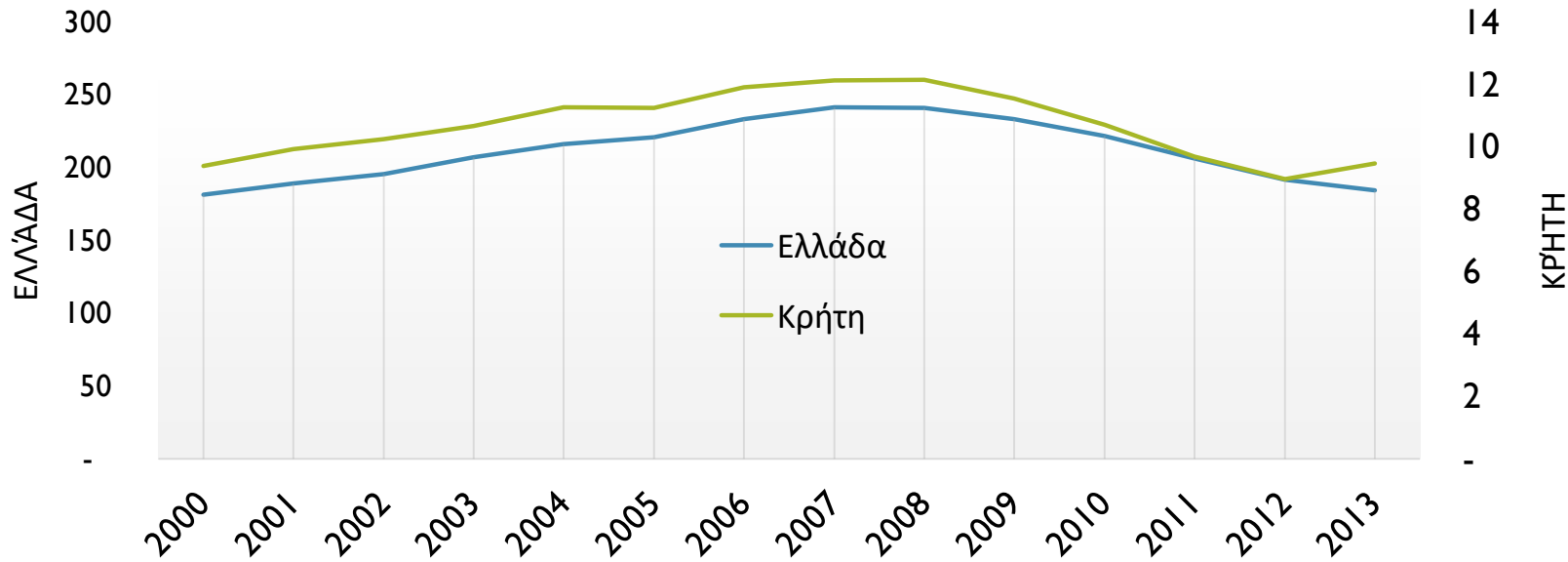
BAU	<ul style="list-style-type: none">• Συνέχιση σημερινής κατάστασης χωρίς διασύνδεση (Business As Usual)
Oil-Green	<ul style="list-style-type: none">• Διατήρηση πετρελαϊκών μονάδων και εξοικονόμηση ενέργειας και αποκεντρωμένα ΑΠΕ
ELC-step	<ul style="list-style-type: none">• Διασύνδεση 200 MW το 2020 + 200 MW το 2025 + 2x350 MW το 2035 και μέτρια ανάπτυξη ΑΠΕ
ELC-M1	<ul style="list-style-type: none">• Διασύνδεση 2x350MW, μέτρια ανάπτυξη ΑΠΕ με διαφοροποίηση κατά τεχνολογία
ELC-M2 Wind	<ul style="list-style-type: none">• Διασύνδεση 2x500MW, ανάπτυξη ΑΠΕ σε μεγάλη κλίμακα, ιδίως αιολικών
ELC-M2 PV	<ul style="list-style-type: none">• Διασύνδεση 2x500MW, ανάπτυξη ΑΠΕ σε μεγάλη κλίμακα, ιδίως Φ/Β
ELC-M2+2	<ul style="list-style-type: none">• Διασύνδεση 2x500MW + 2x500MW το 2035, ανάπτυξη ΑΠΕ σε μεγάλη κλίμακα, ιδίως αιολικών
Gas-Central	<ul style="list-style-type: none">• Εισαγωγή Φυσικού Αερίου χωρίς ηλεκτρική διασύνδεση
Gas-int.	<ul style="list-style-type: none">• Εισαγωγή Φυσικού Αερίου με ηλεκτρική διασύνδεση 2x350MW το 2035
Gas-Green	<ul style="list-style-type: none">• Εισαγωγή Φυσικού Αερίου χωρίς διασύνδεση, και εξοικονόμηση ενέργειας και αποκεντρωμένα ΑΠΕ
Green-Adv.	<ul style="list-style-type: none">• Εισαγωγή Φυσικού Αερίου χωρίς διασύνδεση, εξοικονόμηση ενέργειας και αποκεντρωμένα ΑΠΕ και smart systems / storage



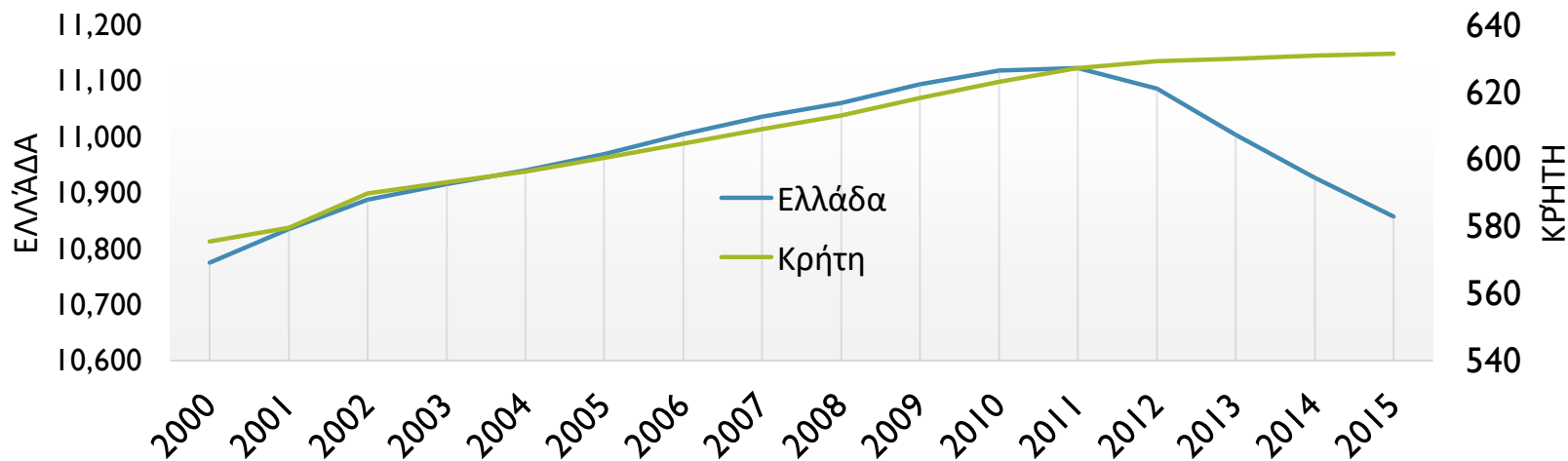
1. Στατιστικά στοιχεία

Συλλογή και επεξεργασία

Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν (δισ.€'2013)



Πληθυσμός ('000)



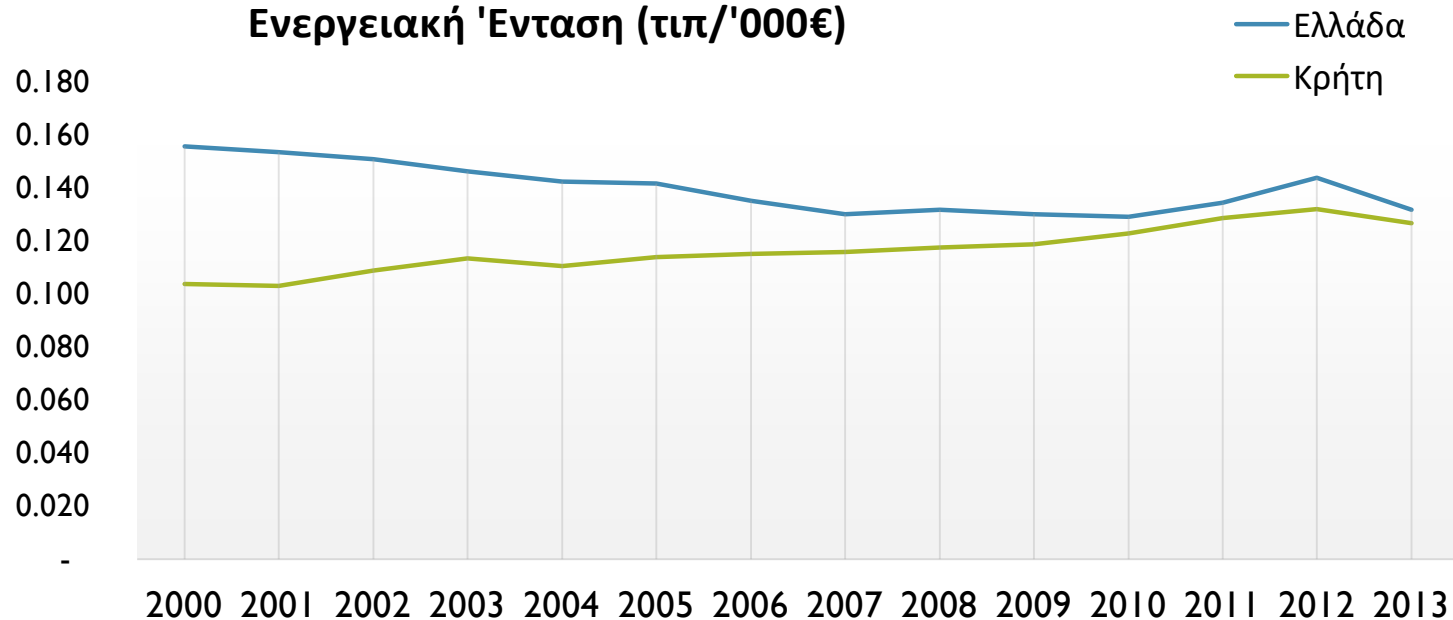
Οικονομία και Πληθυσμός

Η Κρήτη ακολουθεί τον ρυθμό ανάπτυξης της οικονομίας της Ελλάδας

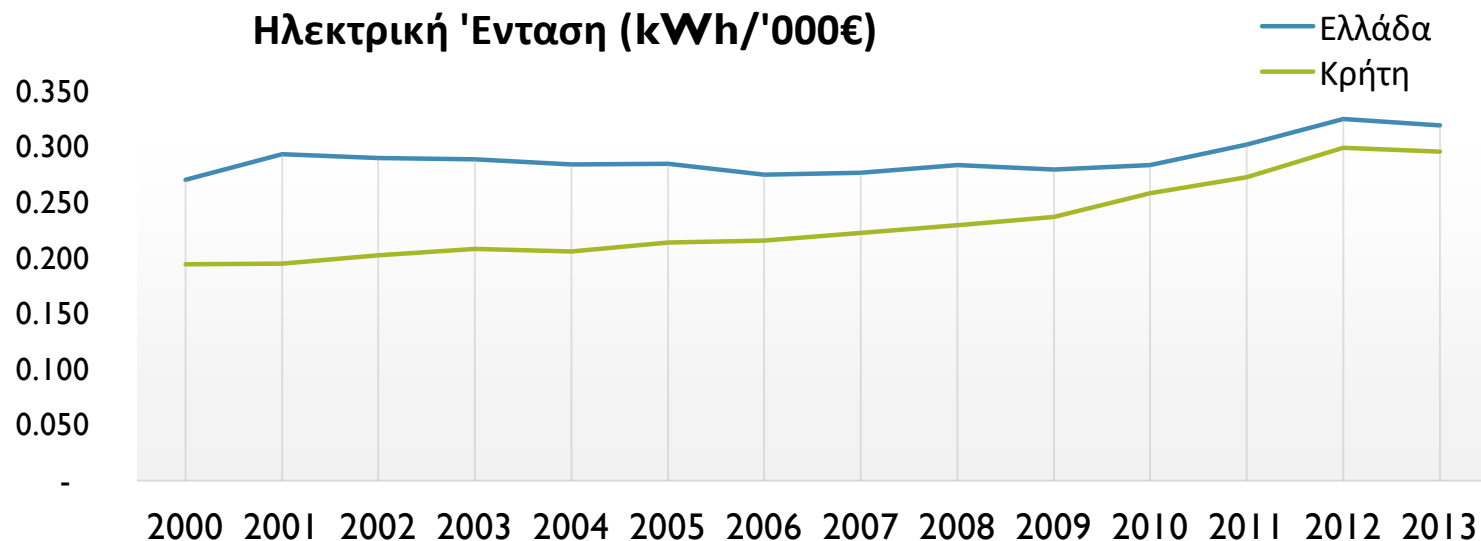
Κατά την περίοδο της κρίσης η Κρήτη υπέστη ελαφρά μικρότερη ύφεση από ό,τι η Ελλάδα ως σύνολο

Ελαφριά κάμψη του πληθυσμού της Ελλάδας, αντίθετα μόνο ελαφρά επιβράδυνση της αύξησης του πληθυσμού της Κρήτης

Ενεργειακή Ένταση (τιπ/'000€)



Ηλεκτρική Ένταση (kWh/'000€)



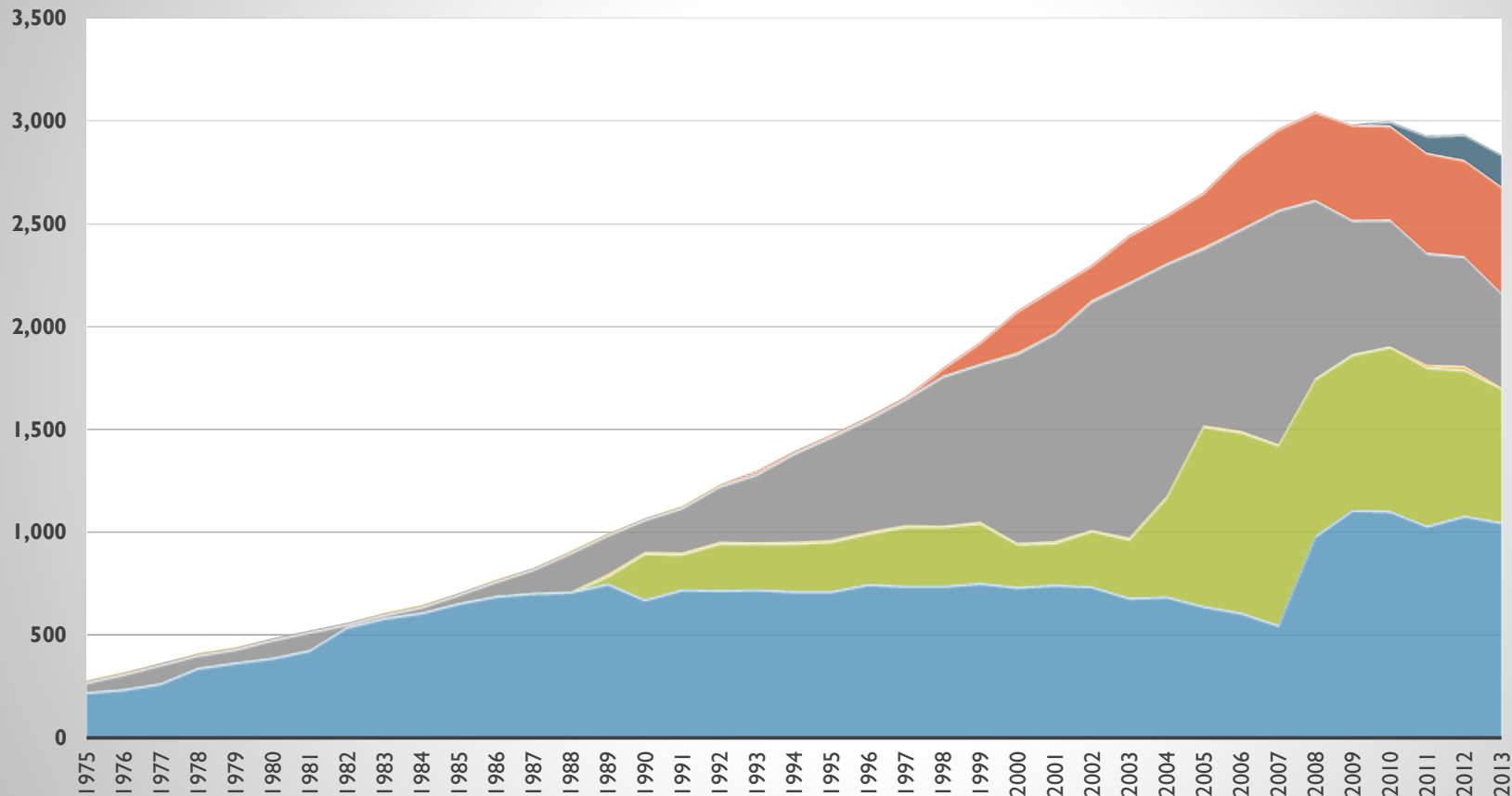
Ενεργειακή και Ηλεκτρική Ένταση

Ενεργειακή ένταση:
Πρωτογενής ενέργεια
ανά μονάδα
παραγόμενου ΑΕΠ

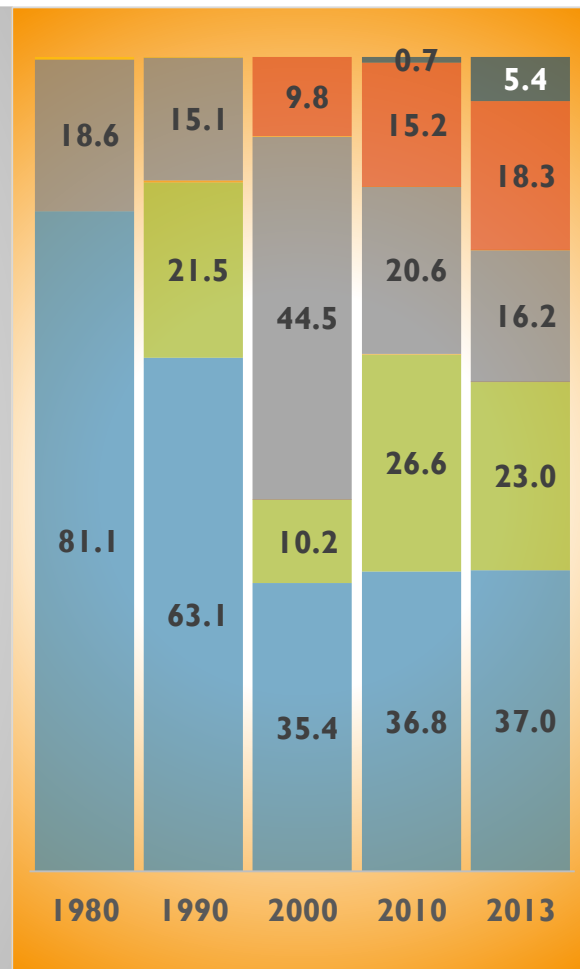
Ηλεκτρική ένταση:
Κατανάλωση
ηλεκτρικής ενέργειας
ανά μονάδα ΑΕΠ

Η Κρήτη χρειάζεται
όλο και περισσότερη
ενέργεια συνολικά και
ηλεκτρική ενέργεια
ειδικά για τις
δραστηριότητες της
από ό,τι η Ελλάδα ως
σύνολο

ΔΟΜΗ ΤΗΣ Η/Π ΚΡΗΤΗΣ (GWh)



- Φ/Β
- ΑΙΟΛΙΚΑ
- ΥΔΡΟΗΛ.
- GT DIESEL
- ΜΕΚ DIESEL
- ΜΕΚ ΜΑΖΟΥΤ
- ST ΜΑΖΟΥΤ

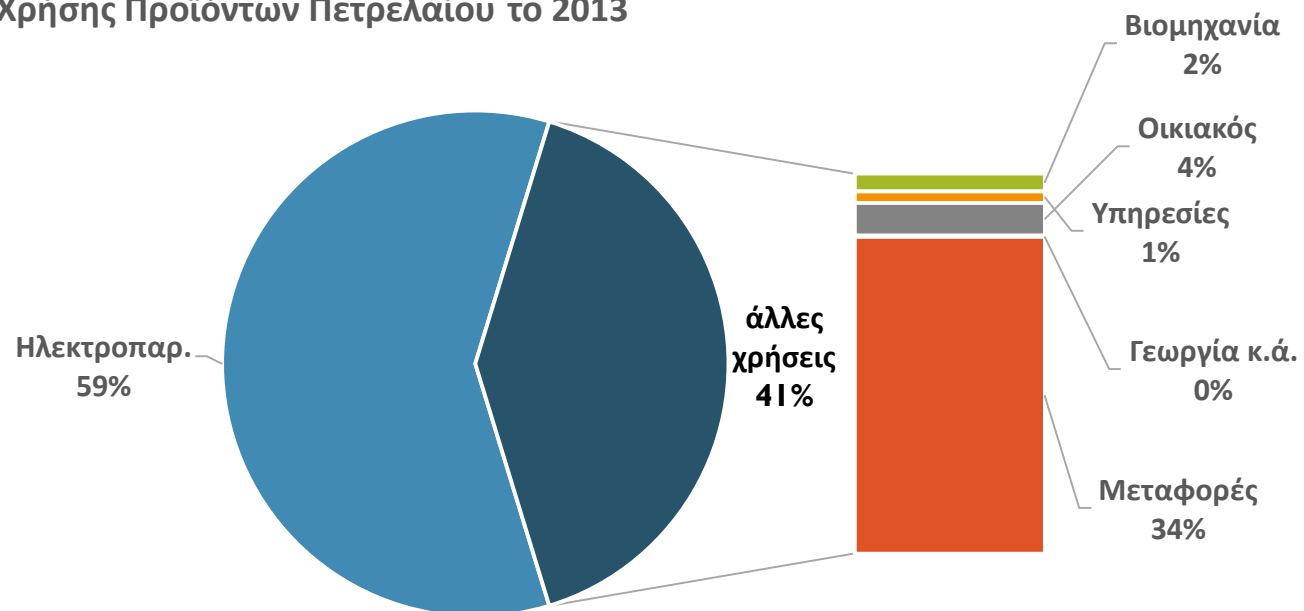


Το 2013, οι ΑΠΕ έφθασαν στο 23.7% της συνολικής ηλεκτροπαραγωγής, δηλαδή κοντά στο άνω τεχνικό όριο για ένα αυτόνομο ηλεκτρικά νησί

Το 2013, το 60% της ηλεκτροπαραγωγής προέρχεται από καύση πετρελαίου μαζούτ



Δομή Χρήσης Προϊόντων Πετρελαίου το 2013

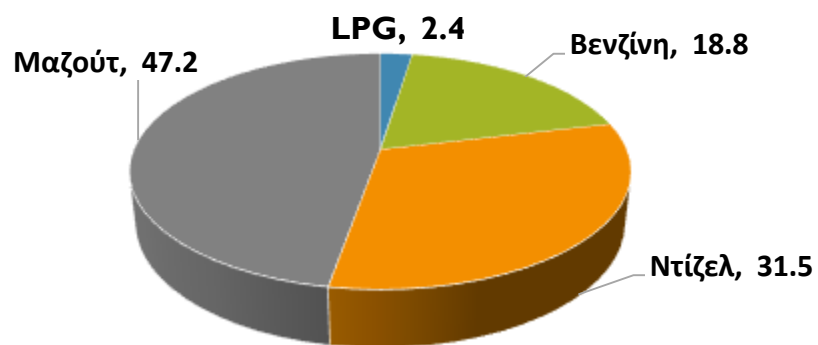


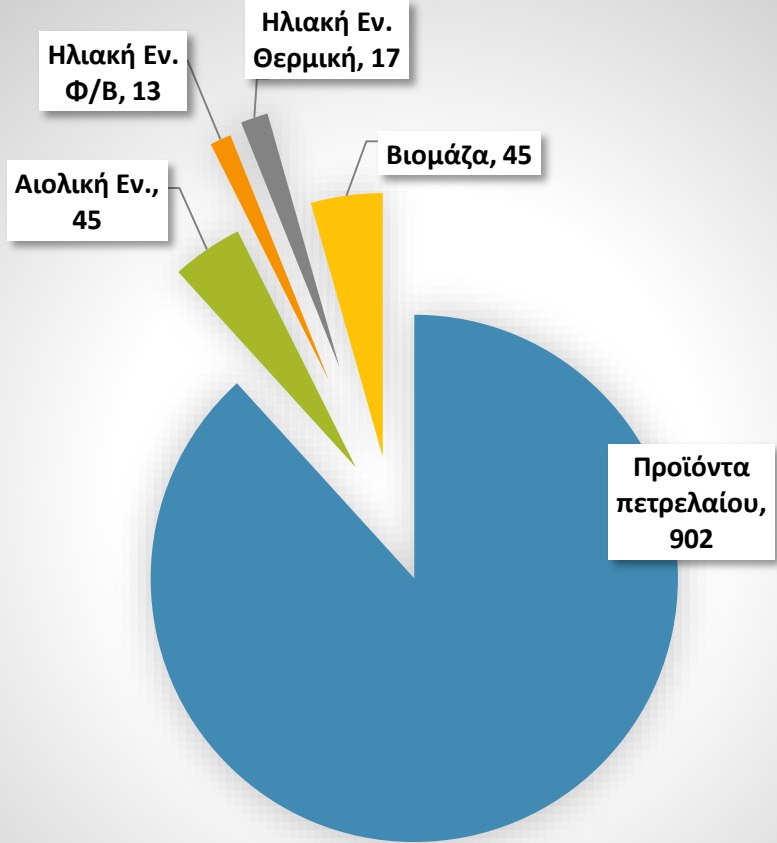
Δομή της χρήσης προϊόντων πετρελαίου

Οι μεγαλύτερες καταναλώσεις προϊόντων πετρελαίου γίνεται στην ηλεκτροπαραγωγή και στις μεταφορές, οι λοιπές χρήσεις αθροιστικά είναι κάτω του 10%

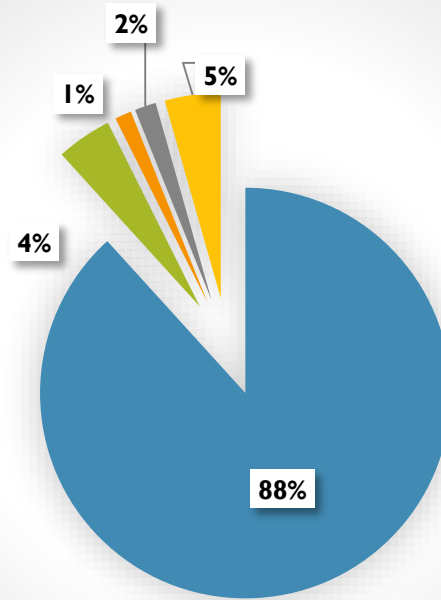
Το 47% των καταναλώσεων προϊόντων πετρελαίου είναι μαζούτ και το 31% ντίζελ.

Προϊόντα Πετρελαίου το 2013





Ενεργειακό Ισοζύγιο
('000 τιπ)



Ενεργειακό Ισοζύγιο (%)

Δομή Ενεργειακού Ισοζυγίου το 2013

Κυριαρχία των προϊόντων πετρελαίου

Οι ΑΠΕ καταλαμβάνουν μερίδιο 11,7% της πρωτογενούς ενέργειας

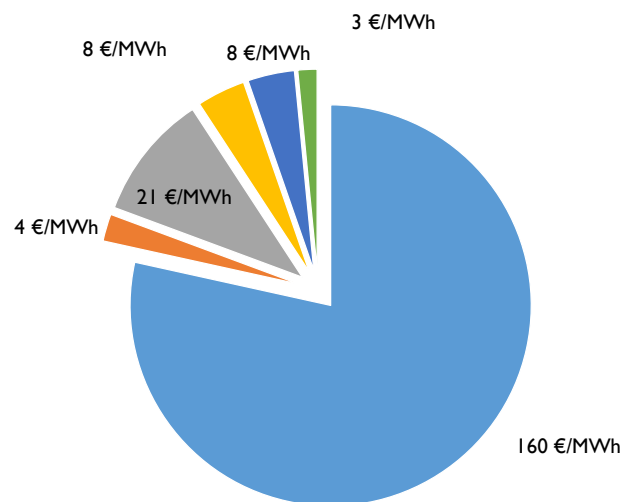


Κόστος Ηλεκτροπαραγωγής

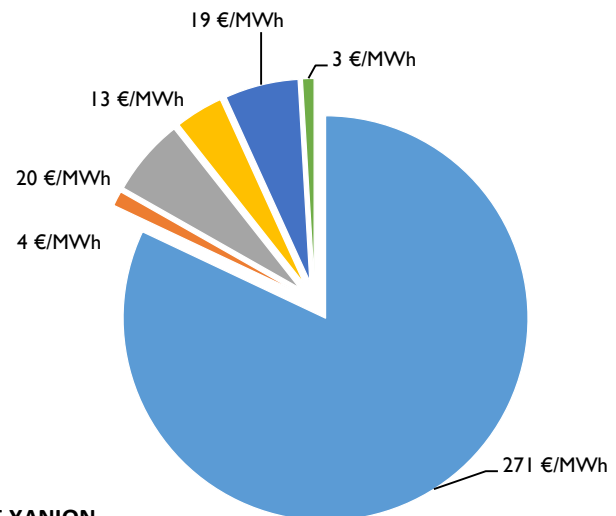
Ιδιαίτερα υψηλό κόστος

ΥΚΩ: 460 εκ.€ το 2014

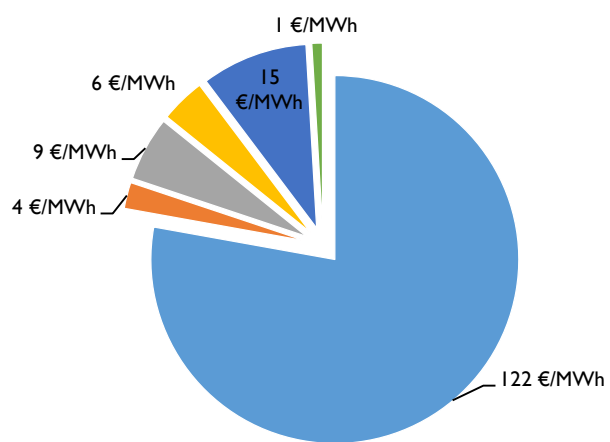
ΑΗΣ ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ



ΑΗΣ ΧΑΝΙΩΝ



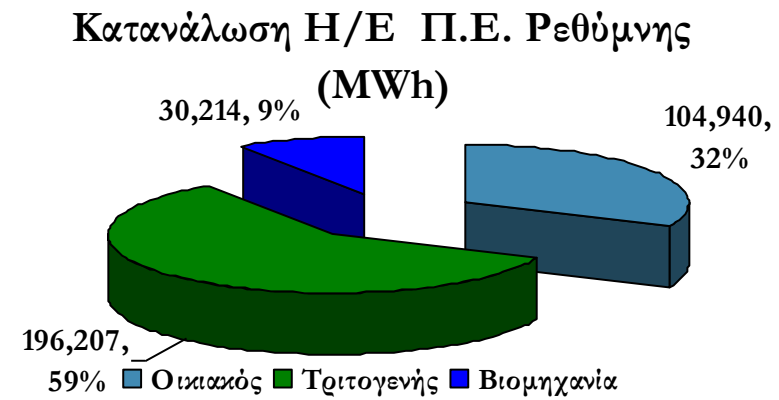
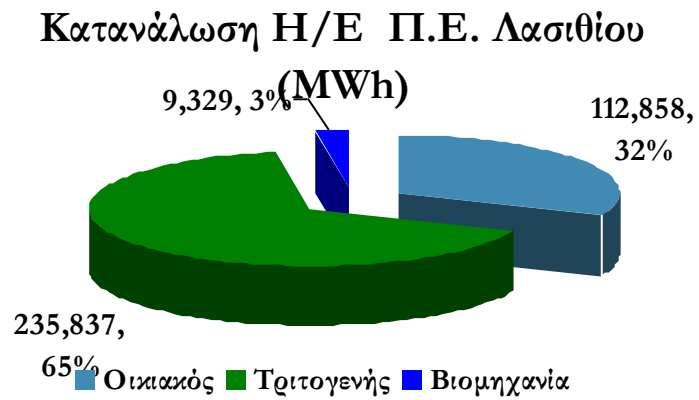
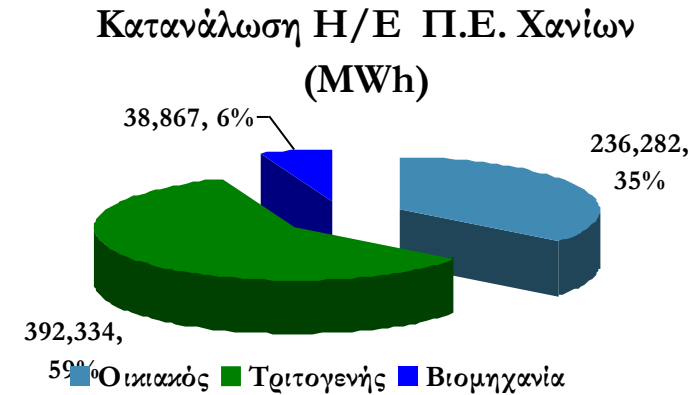
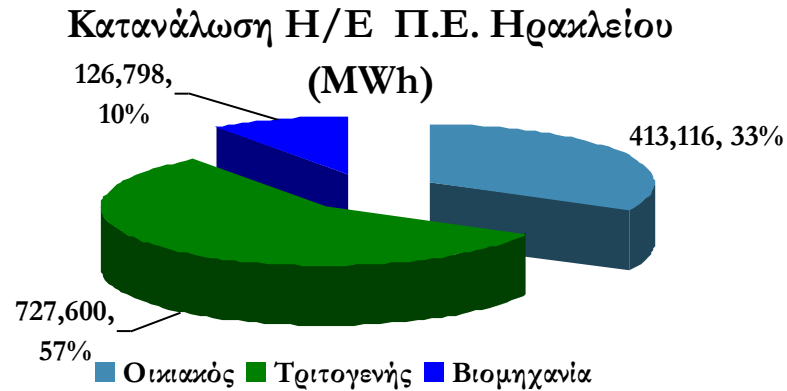
ΑΗΣ ΑΘΕΡΙΝΟΛΑΚΚΟΥ



- ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ (ΜΕ ΕΦΚ) (€)
- ΚΟΣΤΟΣ ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΔΕΡΙΩΝ ΡΥΠΩΝ (€)
- ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΔΑΠΑΝΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ (€)
- ΑΠΟΣΒΕΣΕΙΣ ΠΑΓΙΟΥ ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΟΥ (€)
- ΚΟΣΤΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ (€)
- ΕΠΙΜΕΡΙΣΘΕΝΤΑ ΚΟΣΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ (€)

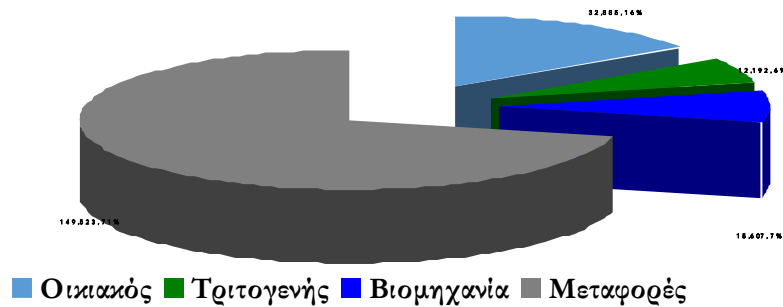
	€/MWh	% Η/Π
ΑΗΣ ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ	204.4	34%
ΑΗΣ ΧΑΝΙΩΝ	330.2	22%
ΑΗΣ ΑΘΕΡΙΝΟΛΑΚΚΟΥ	156.4	44%

Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Περιφερειακή Ενότητα

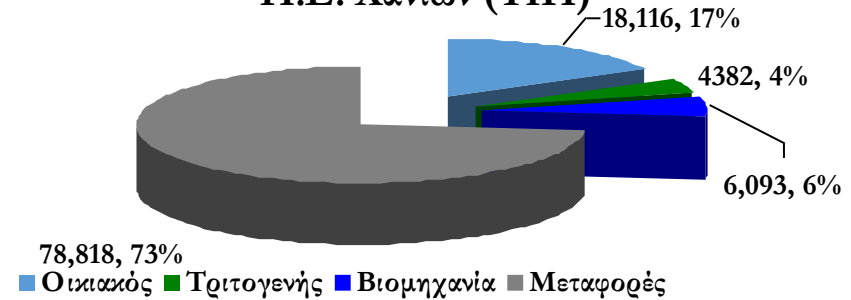


Κατανάλωση Θερμικής Ενέργειας ανά Περιφερειακή Ενότητα

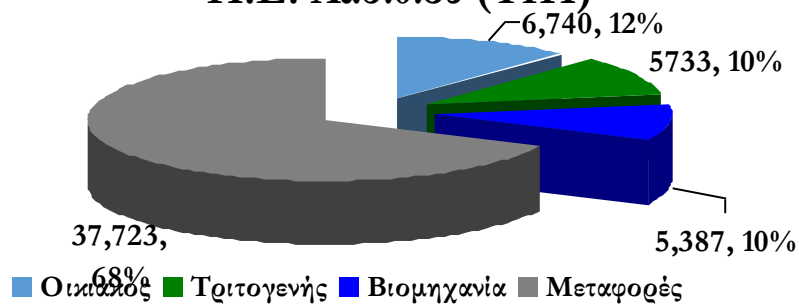
Κατανάλωση Θερμικής Ενέργειας
Π.Ε. Ηρακλείου (ΤΙΠ)



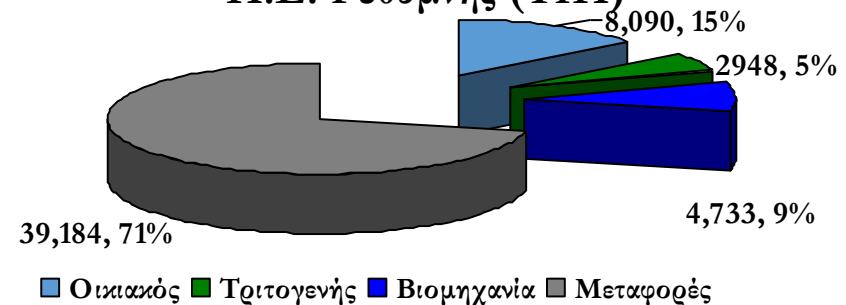
Κατανάλωση Θερμικής Ενέργειας
Π.Ε. Χανίων (ΤΙΠ)



Κατανάλωση Θερμικής Ενέργειας
Π.Ε. Λασιθίου (ΤΙΠ)

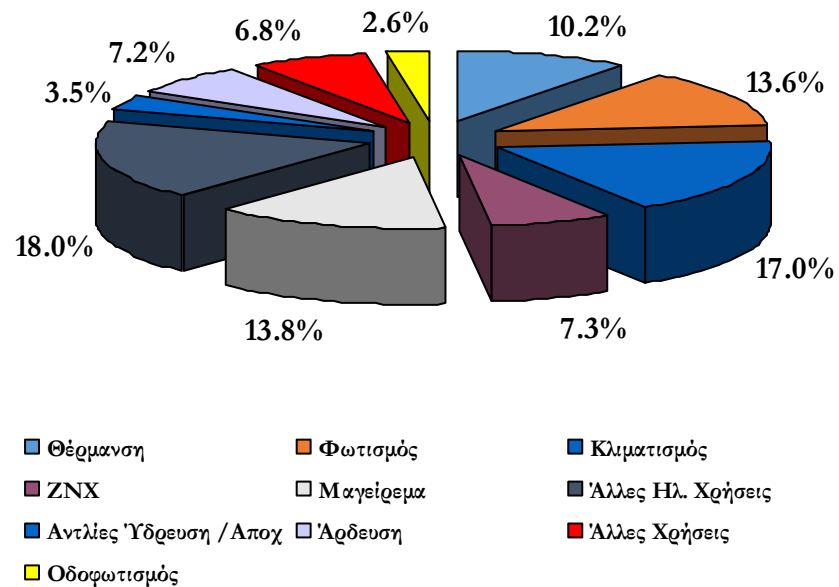


Κατανάλωση Θερμικής Ενέργειας
Π.Ε. Ρεθύμνης (ΤΙΠ)

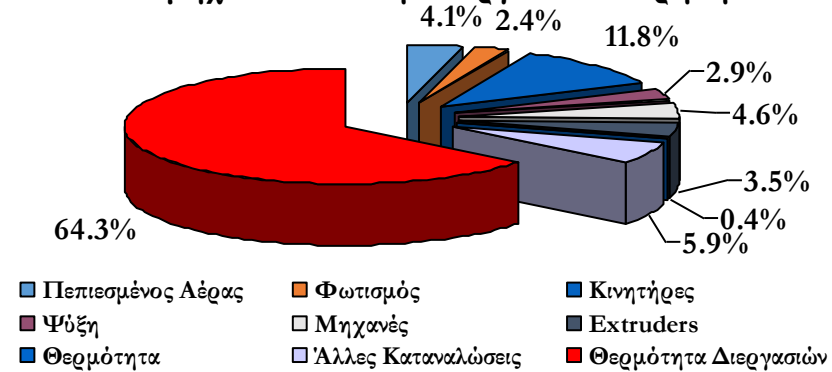


Κατανάλωση Ενέργειας ανά Χρήση

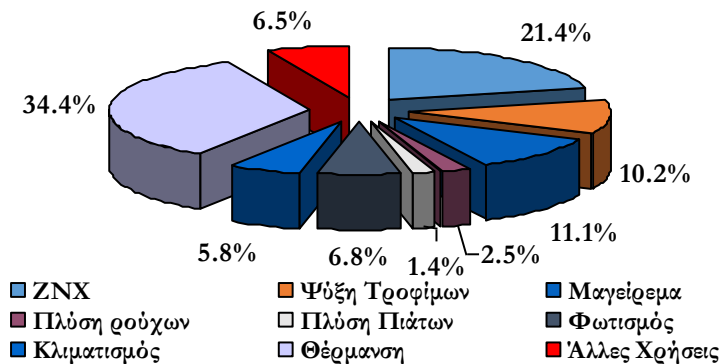
Τριτογενής Τελική Ενέργεια ανά Χρήση



Βιομηχανία Τελική Ενέργεια ανά Χρήση

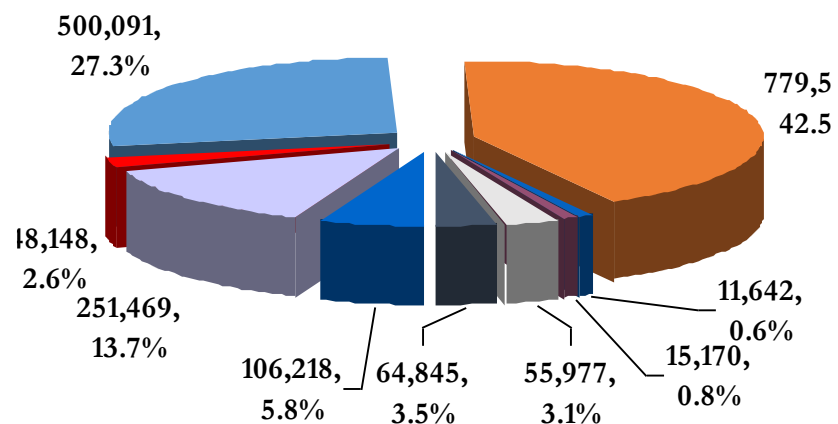


Οικιακός Τελική Ενέργεια ανά Χρήση



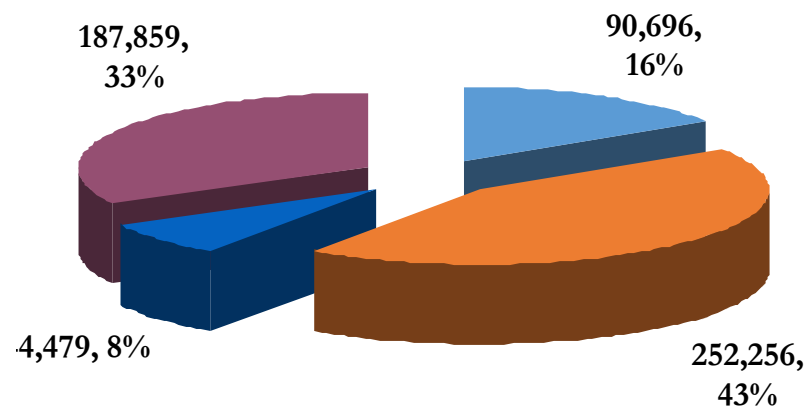
Κατανάλωση Ενέργειας ανά Κλάδο

Τριτογενής Τελική Κατανάλωση Ενέργειας ανά κλάδο (MWh)



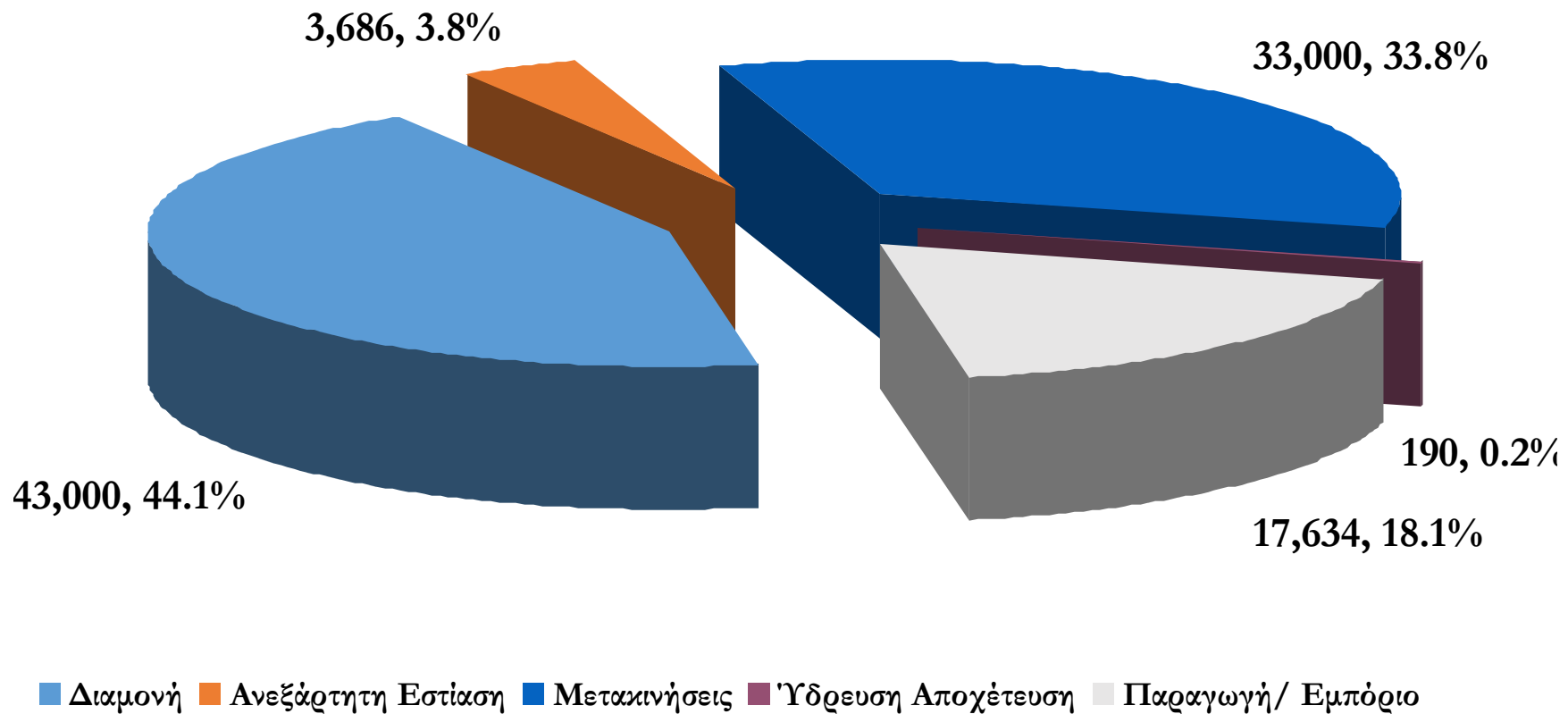
- Ξενοδοχεία / Καταλύματα
- Καταστήματα/Γραφεία
- Ιδ. Νοσοκομεία
- Σχολικά Κτίρια
- Δημ. Νοσοκομεία
- Υδρευση / Αποχέτευση
- Δημόσια Κτίρια
- Γεωργία
- Οδοφωτισμός

Βιομηχανία Τελική Κατανάλωση Ενέργειας ανά κλάδο (MWh)



- Μη μεταλλικά Ορυκτά
- Τρόφιμα, Ποτά, Καπνος
- Πλαστικά
- Άλλες Βιομηχανίες

Συνολική Κατανάλωση Ενέργειας ανά Δραστηριότητα στον Τουρισμό (ΤΙΠ)



Απρίλιος 2016

2. Μακροχρόνιος Ενεργειακός Σχεδιασμός

Ποσοτικές προβολές μέχρι το 2050

Προκλήσεις - Κριτήρια



Μέθοδος προβολής στο μέλλον

Ζήτηση: Προβολή ωφέλιμης και τελικής ενέργειας κατά κλάδο, μείγμα μορφών ενέργειας, ωριαία ηλεκτρικά φορτία

- Μακροοικονομική ανάπτυξη
- Προβολή ενεργειακής απόδοσης κατά τομέα και χρήση
- Υποθέσεις διείσδυσης ηλεκτρικής ενέργειας σε θερμικές χρήσεις και μεταφορές κατά σενάριο
- Υποθέσεις διείσδυσης φυσικού αερίου κατά σενάριο

Προσφορά: Υποθέσεις κατά σενάριο για διασυνδέσεις, ΦΑ, προτεραιότητες στην ανάπτυξη ΑΠΕ

- Ισοζύγιο ηλεκτρικής ενέργειας βάσει κόστους παραγωγής και εισαγωγών
- Εισαγωγές ΦΑ ανάλογα με το σενάριο
- Επενδύσεις Α.Π.Ε. βάσει κόστους
- Προσομοίωση Η/Π και δικτύου ελαχίστου κόστους
- Προβολή λοιπού ενεργειακού ισοζυγίου

Υπολογισμός επιδόσεων των σεναρίων στα κριτήρια

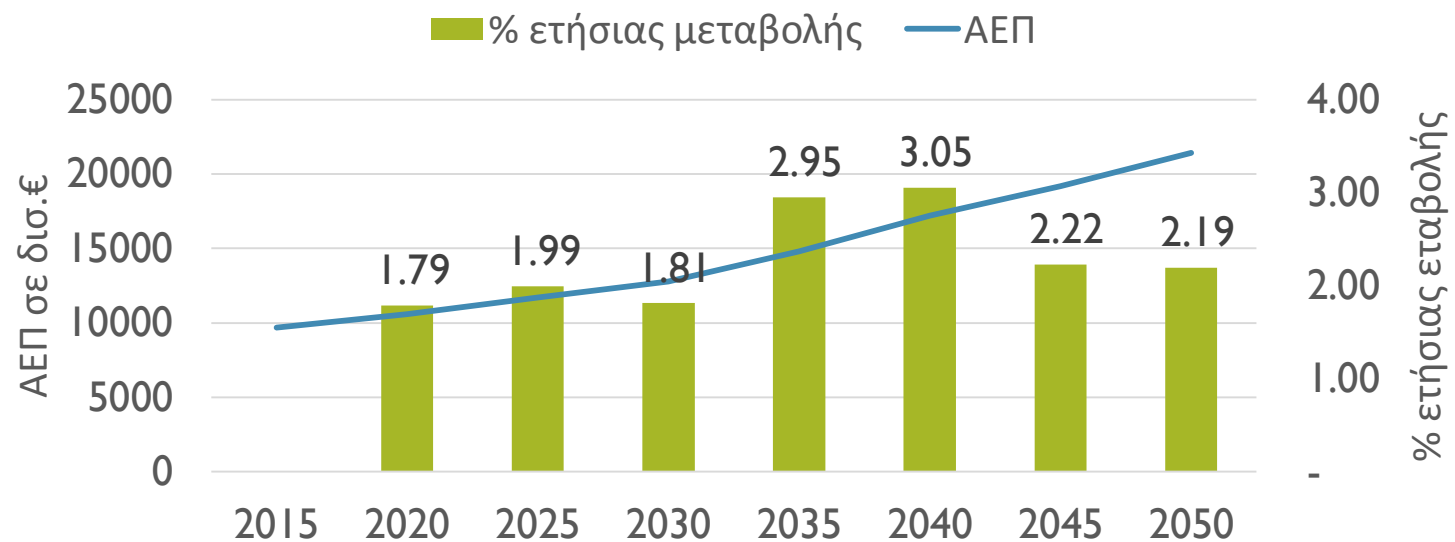
- Κόστος και τιμές ηλεκτροπαραγωγής
- Κόστος και τιμές φυσικού αερίου
- Εκπομπές
- Ασφάλεια εφοδιασμού
- Απασχόληση, συμβολή στην ανάπτυξη

ΜΟΝΤΕΛΟ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΥΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

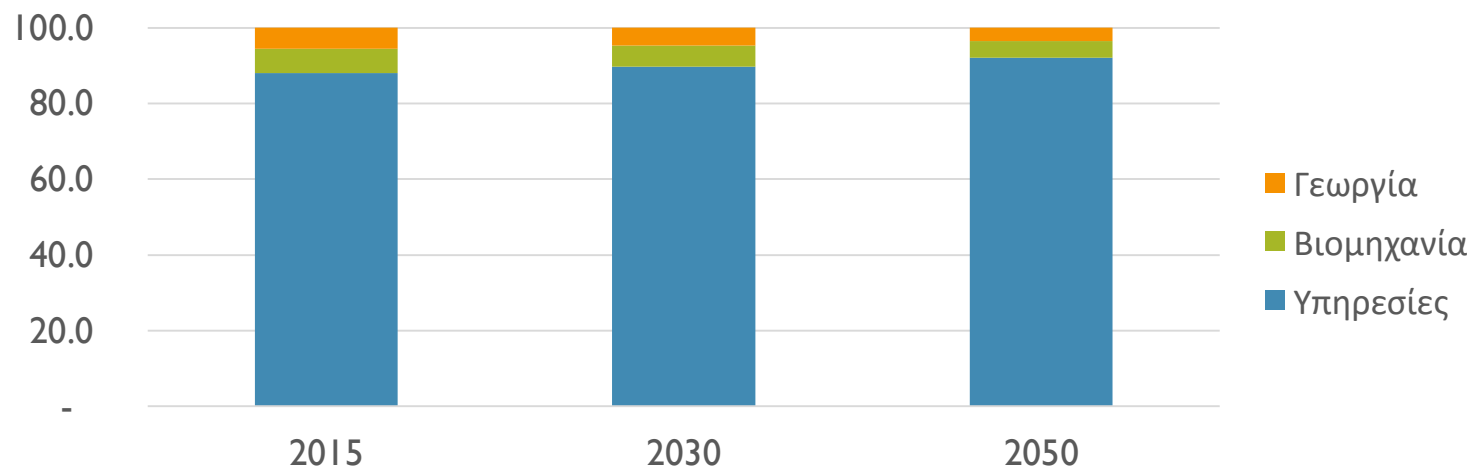
- ▶ Η ωριαία προσομοίωση της λειτουργίας του ηλεκτρικού συστήματος της Κρήτης για κάθε σενάριο και έτος, πραγματοποιήθηκε με το μοντέλο που εφάρμοσε το E3MLab για λογαριασμό του ΑΔΜΗΕ στη μελέτη επάρκειας συστήματος (τέλος 2014).
- ▶ Για κάθε σενάριο και έτος εντάσσονται με την ακόλουθη σειρά προτεραιότητας:
 - ▶ Οι ΑΠΕ των διαφόρων τεχνολογιών.
 - ▶ Οι μονάδες ΑΠΕ, οι οποίες περιλαμβάνουν αποθήκευση (Υβριδικού Σταθμοί – ΥΒΣ, Ηλιοθερμικοί Σταθμοί-ΗΘΣ, ή σταθμοί με Συσσωρευτές).
 - ▶ Η συμβολή του ηπειρωτικού συστήματος μέσω της Διασύνδεσης, εφόσον υπάρχει.
 - ▶ Οι Θερμικές Μονάδες στην Κρήτη, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται το ελάχιστο κόστος λειτουργίας του συστήματος, επίσης οι εφεδρείες και επικουρικές υπηρεσίες.



ΑΕΠ Κρήτης



% Διάρθρωση του ΑΕΠ Κρήτης

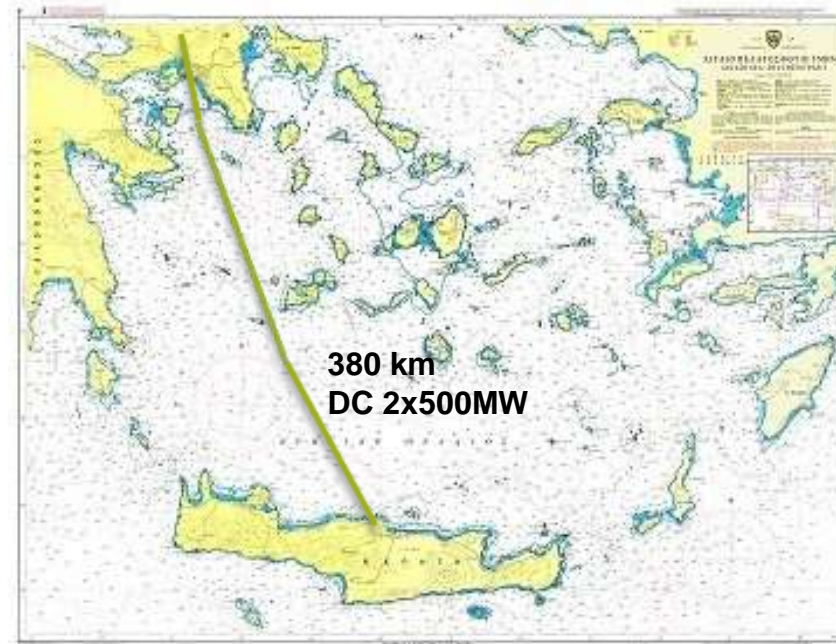
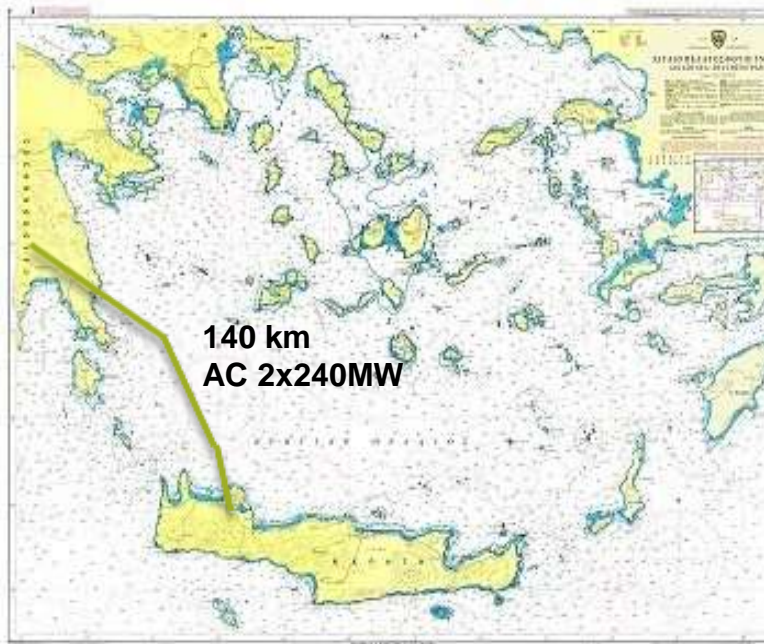


Μακροοικονομική προβολή

Υπόθεση για ανάκαμψη της Ελληνικής Οικονομίας που συνοδεύεται από σημαντικούς ρυθμούς ανάπτυξης μεσο-χρόνια (συμβατό με το μακροχρόνιο σενάριο της Ευρωπαϊκής Επιτροπής)

Οι υπηρεσίες διατηρούν μερίδιο στο ΑΕΠ που υπερβαίνει το 88%

Σενάρια ηλεκτρικών διασυνδέσεων



- ▶ Μελετήθηκαν διάφορες περιπτώσεις: AC 2x240MW, DC 2x350MW, DC 2x500MW, DC 2x2x500MW, αλλά δεν ήταν γνωστή η πρόταση ΑΔΜΗΕ όταν εκπονείτο η μελέτη
- ▶ Θα παραμείνει στρεφόμενη εφεδρεία στην Κρήτη (στην περίπτωση μεγάλης διασύνδεσης) ή και ενεργειακή παραγωγή στην Κρήτη (στην περίπτωση μικρής διασύνδεσης).
- ▶ Μεταφορά ενέργειας από ΑΠΕ προς το ηπειρωτικό σύστημα υπολογίζονται σε κάθε σενάριο
- ▶ Η διασύνδεση μειώνει το κόστος ηλεκτροπαραγωγής αφού εισάγει ενέργεια μικρότερου κόστους και επιτρέπει μεγαλύτερη ανάπτυξη των ΑΠΕ, η οποία προσδίδει οικονομική ωφέλεια αλλά και μειώνει το συνολικό μέσο κόστος ηλεκτροπαραγωγής

Σενάρια Διείσδυσης Φυσικού Αερίου στην Κρήτη

Συγκεντρωτικό Σενάριο

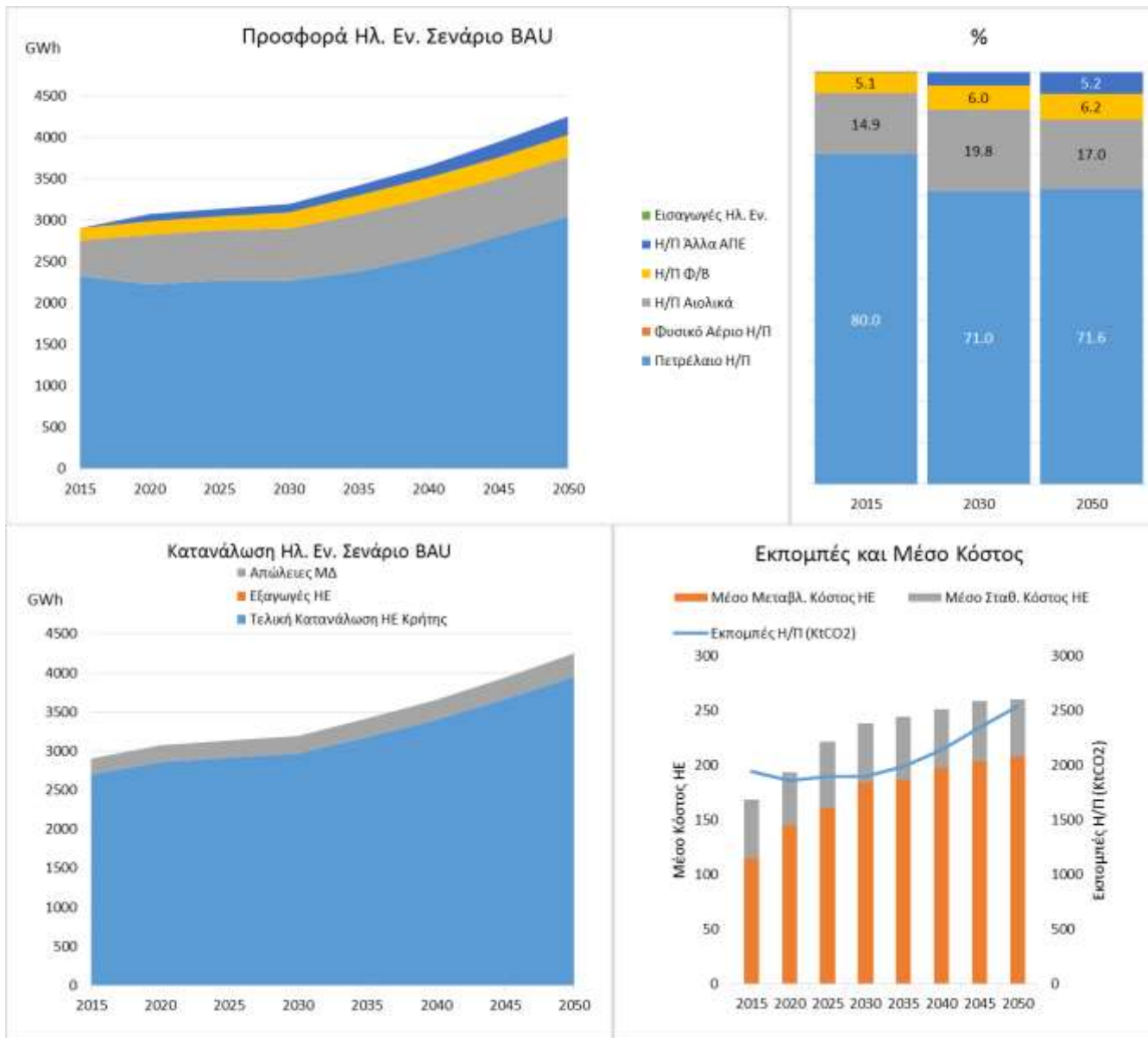
Επίγειος Σταθμός LNG και Μονάδα Η/Π CCGT



Αποκεντρωμένο Σενάριο

Πλωτός Σταθμός LNG (FSRU), Τροφοδοσία Η/Π Αθρινόλακκου και Σταθμοί Μεταφόρτωσης για Μεταφορές και Πλοία





Το σενάριο BAU

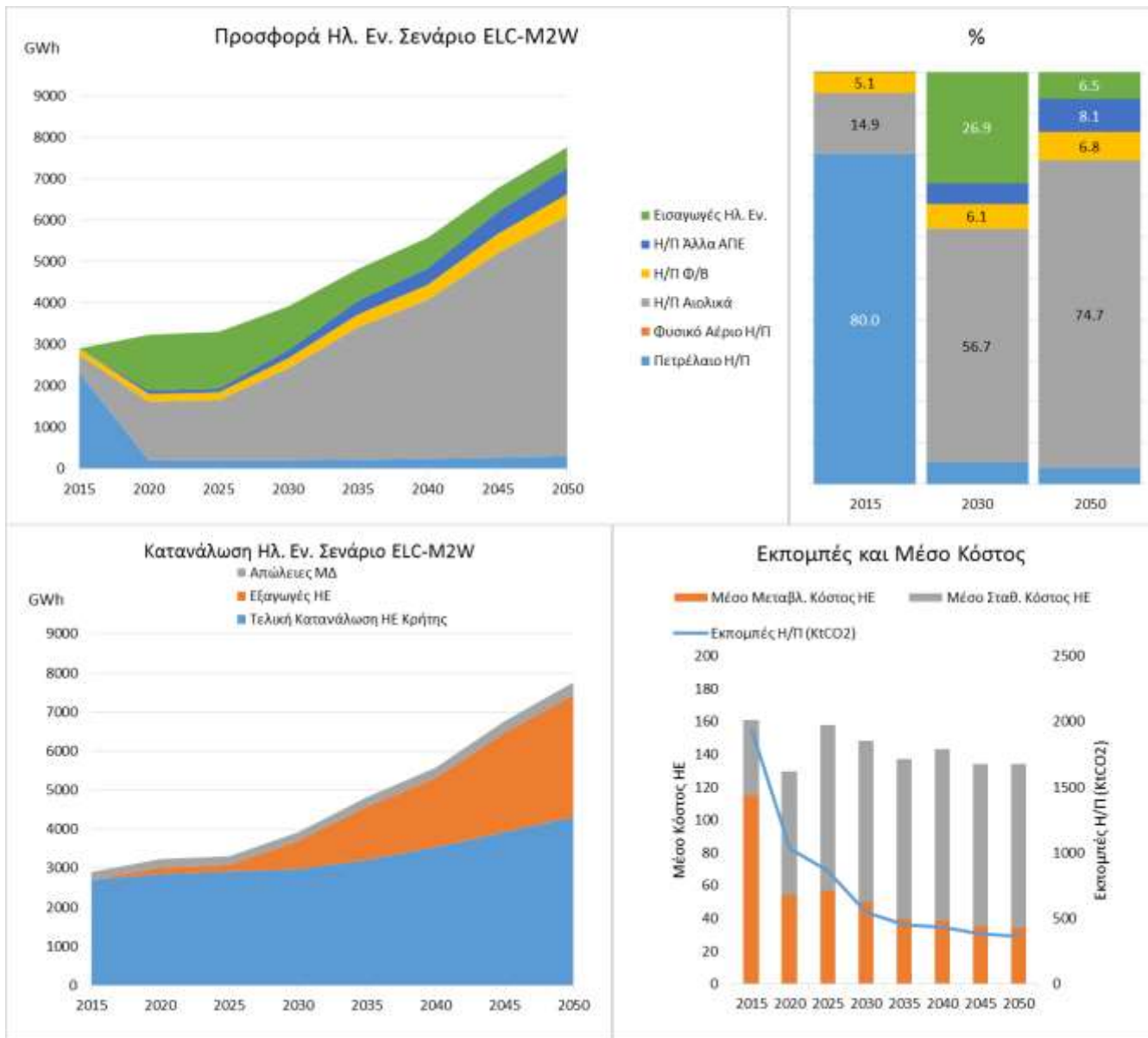
Ανέφικτο σύμφωνα με τα περιβαλλοντικά δεδομένα για την Η/Π

Σε κάθε περίπτωση έχει τη χειρότερη επίδοση στο κόστος, τις εκπομπές, τις ΑΠΕ και την εξοικονόμηση ενέργειας

Εξετάσθηκαν και άλλες παραλλαγές του BAU (π.χ. με μικρή διασύνδεση ή σταδιακή ανάπτυξη της διασύνδεσης) αλλά όλα αυτά είναι ανέφικτα γιατί διατηρούν την παραγωγή από πετρέλαιο.

Ήδη από το 2020 αλλά ακόμα περισσότερο μετά το 2025, η επιτρεπόμενη περιβαλλοντικά Η/Π είναι ανεπαρκής ακόμα και με μικρής ισχύος διασύνδεση





Το σενάριο μεγάλης διασύνδεσης με ανάπτυξη αιολικών

Η διασύνδεση επιτρέπει μεγάλη ανάπτυξη των αιολικών και άλλων ΑΠΕ

Η τοπική Η/Π υποκαθίσταται από ενέργεια από το ηπειρωτικό σύστημα

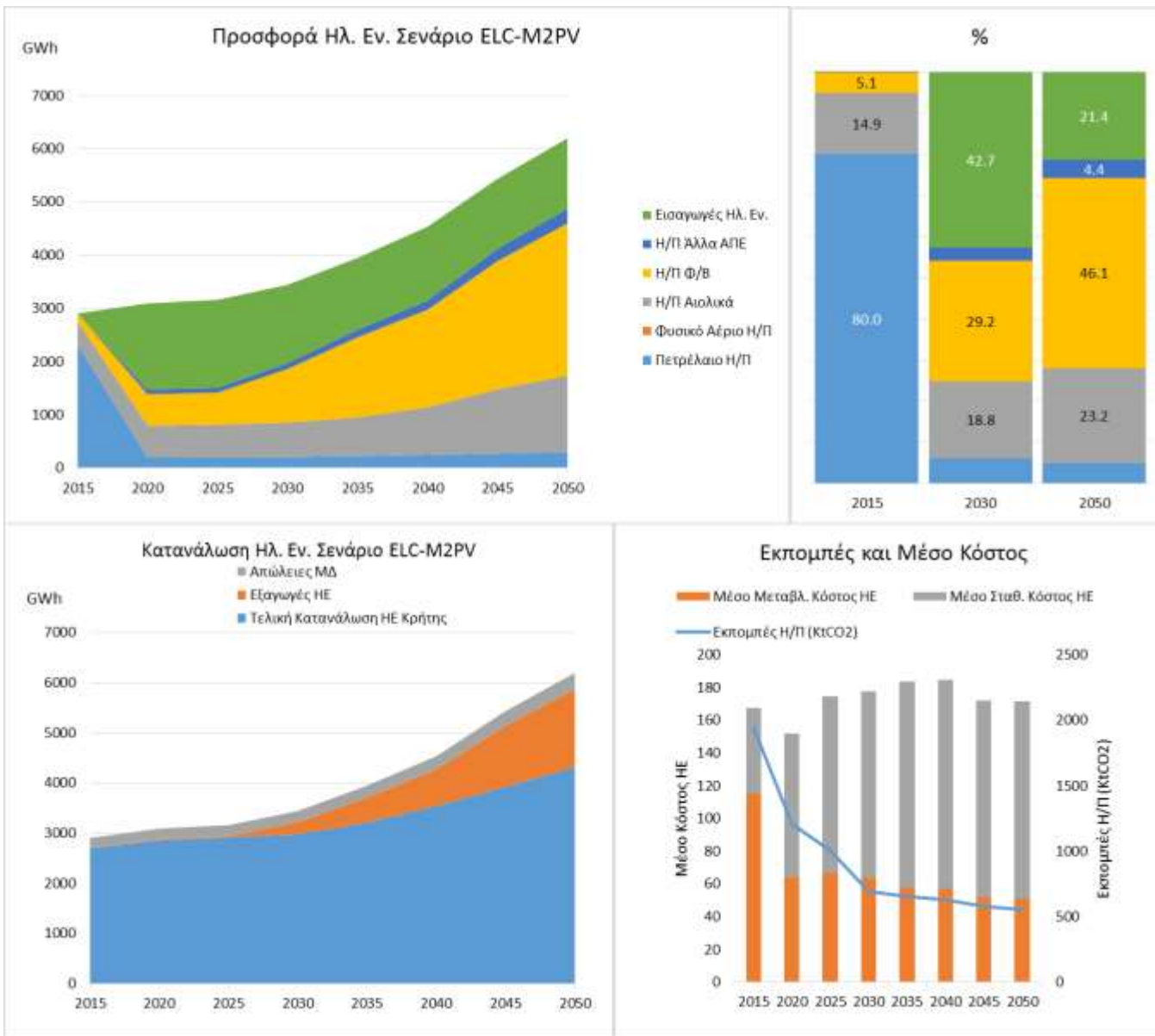
Μεγάλες ποσότητες ΗΕ μεταφέρονται στο ηπειρωτικό σύστημα

Μεγάλη διείσδυση ΗΕ σε μεταφορές και θερμικές χρήσεις

Σημαντική μείωση των εκπομπών

Μείωση του κόστους (συγκριτικά με ΒΑΥ) αλλά και υποκατάσταση κόστους καυσίμου από κόστος κεφαλαίου





Το σενάριο μεγάλης διασύνδεσης με ανάπτυξη Φ/Β

Η διασύνδεση επιτρέπει μεγάλη ανάπτυξη των Φ/Β και άλλων ΑΠΕ

Η τοπική Η/Π υποκαθίσταται από ενέργεια από το ηπειρωτικό σύστημα

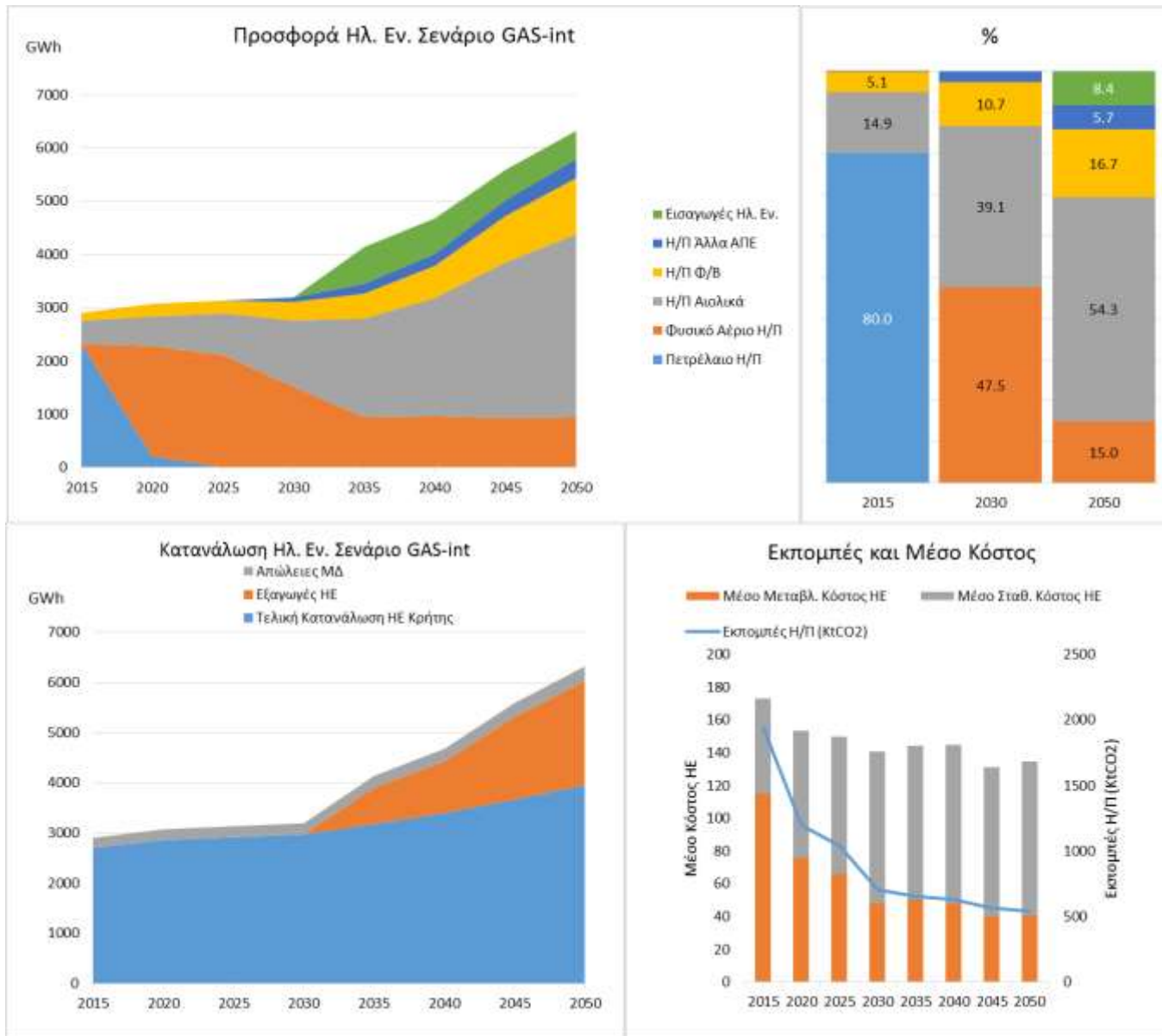
Μεγάλες ποσότητες ΗΕ μεταφέρονται στο ηπειρωτικό σύστημα αλλά μικρότερες συγκριτικά με το σενάριο με διασύνδεση και ανάπτυξη αιολικών

Μεγάλη διείσδυση ΗΕ σε μεταφορές και θερμικές χρήσεις

Σημαντική μείωση των εκπομπών

Μείωση του κόστους (συγκριτικά με ΒΑΥ) αλλά και υποκατάσταση κόστους καυσίμου από κόστος κεφαλαίου



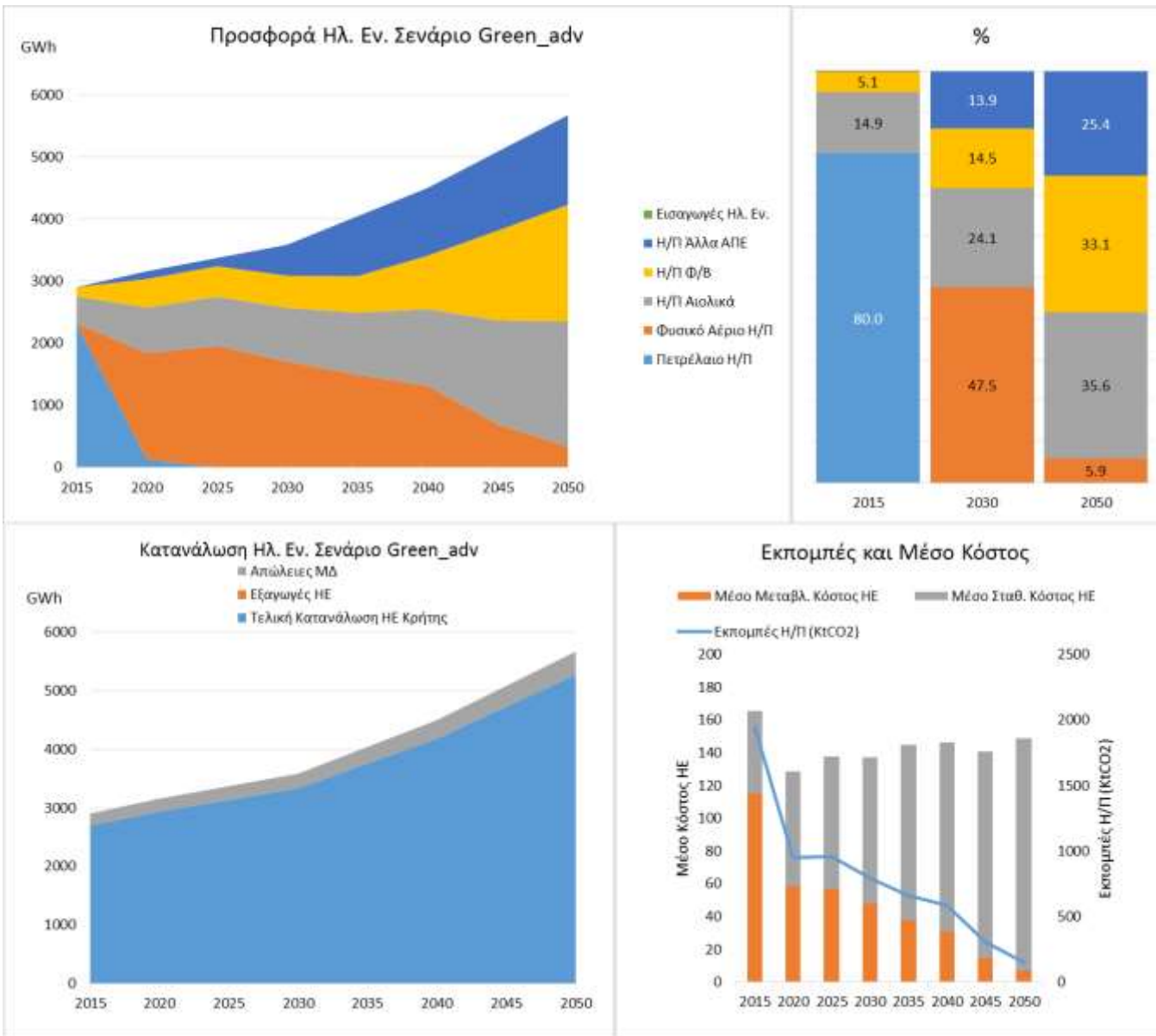


Σενάριο Φυσικού Αερίου με Διασύνδεση το 2035

Το φυσικό αέριο διασφαλίζει επάρκεια ΗΕ από το 2020 και μειώνει το κόστος ΗΠ, αλλά και τις εκπομπές

Η διασύνδεση από το 2035 επιτρέπει ανάπτυξη των ΑΠΕ μακροχρόνια αλλά σε μικρότερο βαθμό από τα σενάρια μεγαλύτερης ισχύος διασύνδεσης

Μετά από ανάλυση προτιμήθηκε το σενάριο αποκεντρωμένης διάθεσης ΦΑ με τροφοδοσία από FSRU έναντι του σεναρίου ανάπτυξης ΦΑ μέσω επίγειου σταθμού LNG και δικτυακής διάθεσης του ΦΑ



Σενάριο απεξάρτησης από ορυκτά καύσιμα

Το σενάριο εισάγει φυσικό αέριο βραχυ- και μεσο-πρόθεσμα αλλά βασίζεται σε νέες τεχνολογίες μακροχρόνια που διασφαλίζουν μεγάλης έκτασης εξηλεκτρισμό, ΗΠ σχεδόν αποκλειστικά από ΑΠΕ και σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας

Οι τεχνολογίες συνδυάζουν διεσπαρμένη παραγωγή με έξυπνα συστήματα και αποθήκευση ΗΕ

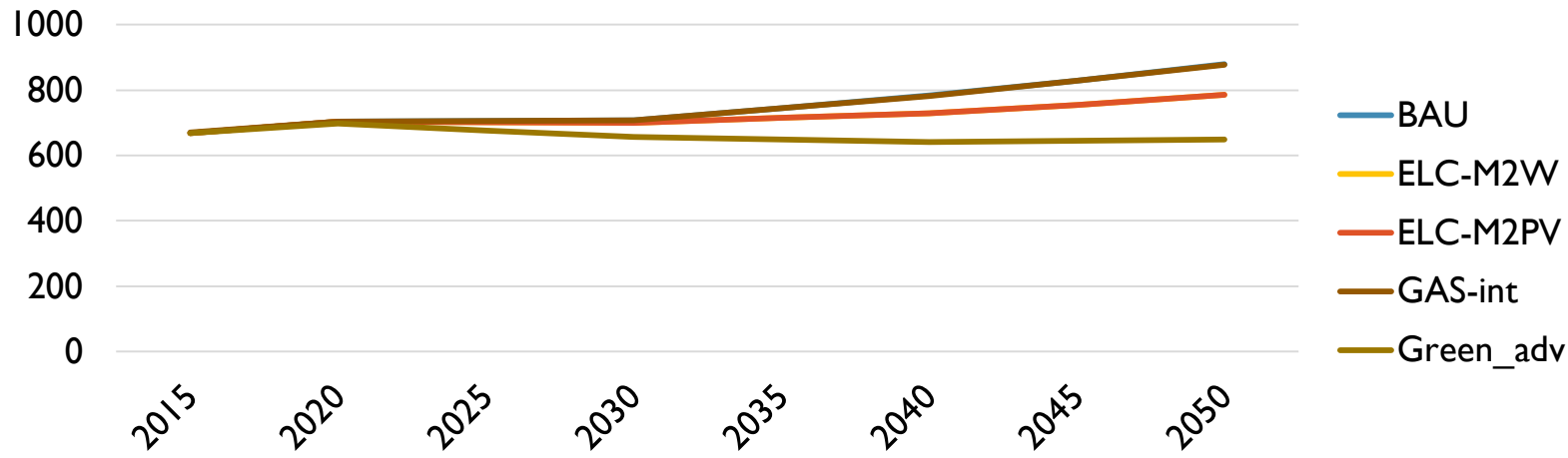
Το κόστος ΗΕ στο σενάριο αυτό είναι μόνο λίγο υψηλότερο μακροχρόνια από τα σενάρια με μεγάλη διασύνδεση, εφόσον γίνεται η υπόθεση ωρίμανσης των τεχνολογιών διαχείρισης δικτύων στο μέλλον



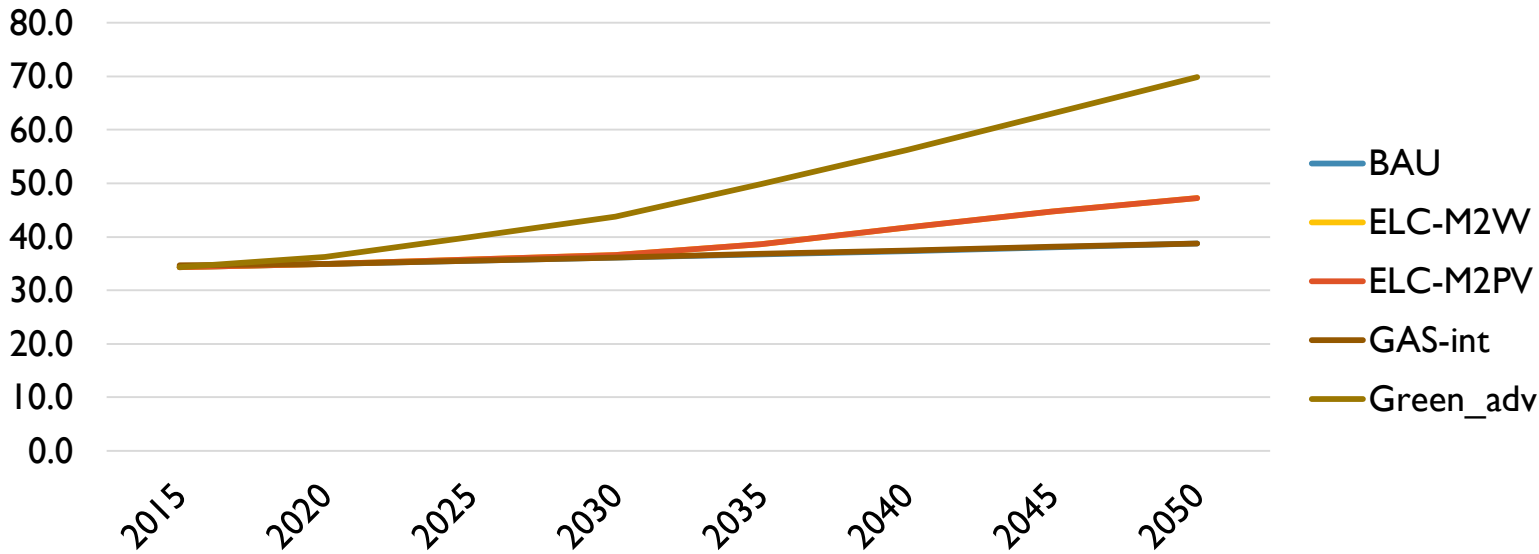
3. Συγκριτική Αξιολόγηση

Σεναρίων

Τελική Ενέργεια (ktoe)



Μερίδιο Ηλεκτρικής Ενέργειας (%)

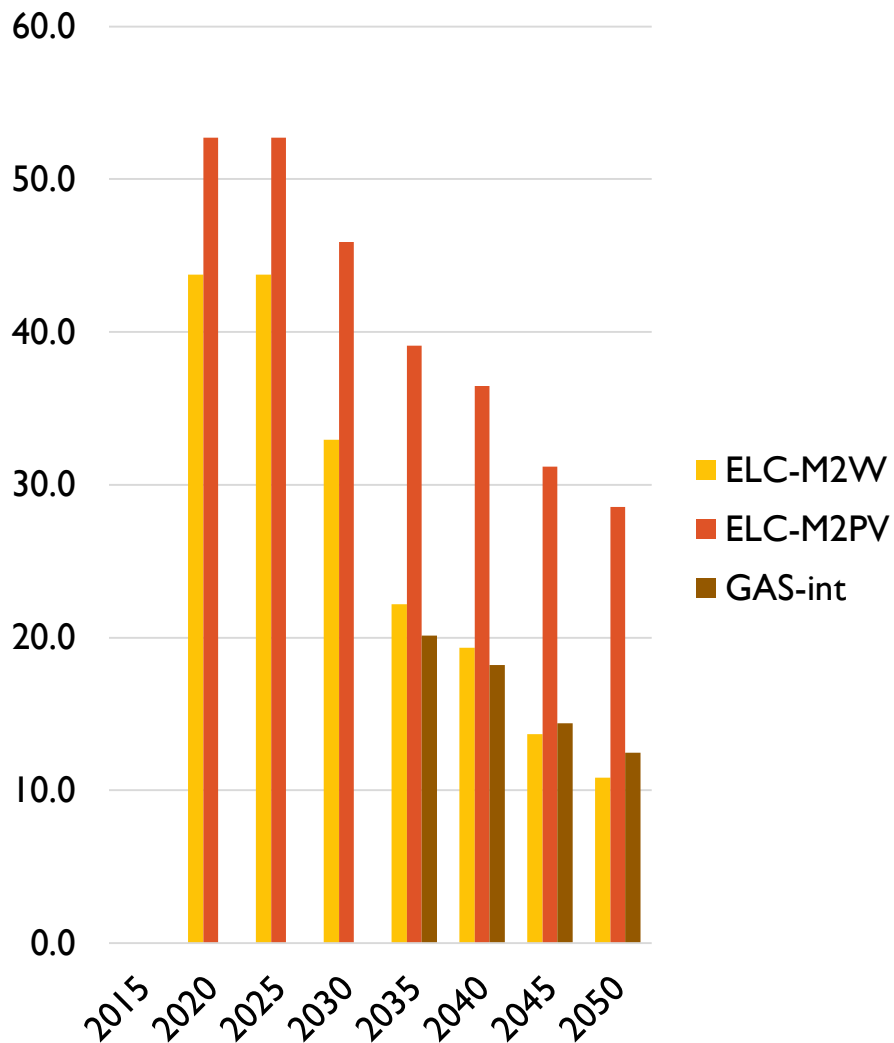


Τελική κατανάλωση ενέργειας

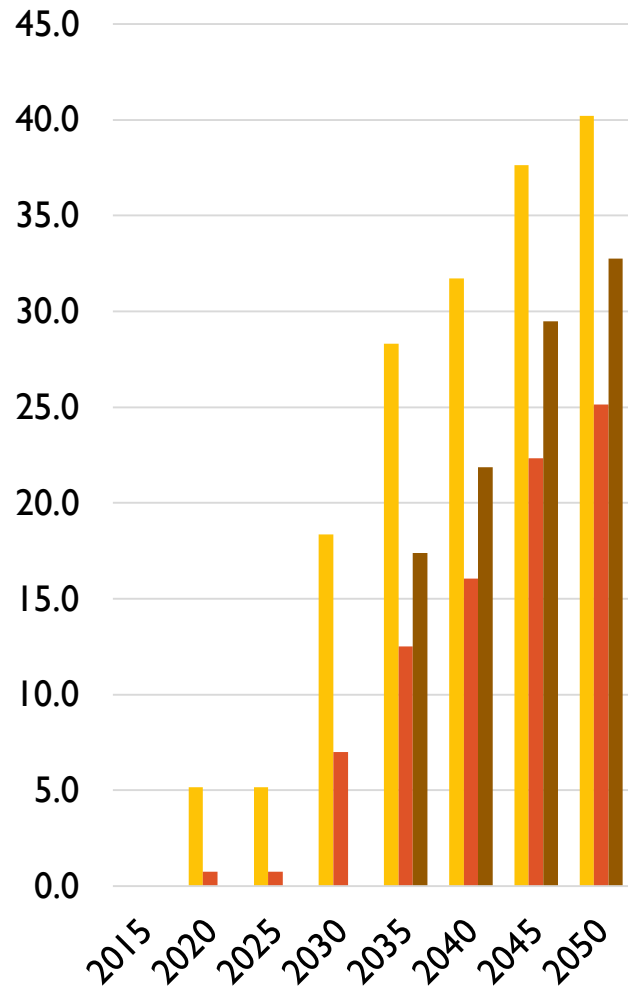
Η τελική κατανάλωση εξελίσσεται με ίδιους ρυθμούς στα σενάρια BAU και σενάρια εισαγωγής φυσικού αερίου, ενώ στα σενάρια εξηλεκτισμού η κατανάλωση μειώνεται λόγω αυξημένης απόδοσης της ηλεκτρικής ενέργειας που σε αυτά τα σενάρια διεισδύει στις μεταφορές και σε θερμικές χρήσεις

Στα σενάρια εξηλεκτισμού η ηλεκτρική ενέργεια πλησιάζει το 50% της τελικής κατανάλωσης, ενώ στο σενάριο απεξάρτησης από ορυκτά καύσιμα η ηλεκτρική ενέργεια φθάνει στο 70% της ζήτησης ενέργειας

% Ζήτησης ΗΕ που καλύπτεται από το Ηπειρωτικό Σύστημα (%)



% Η/Π που μεταφέρεται στο Ηπειρωτικό Σύστημα (%)



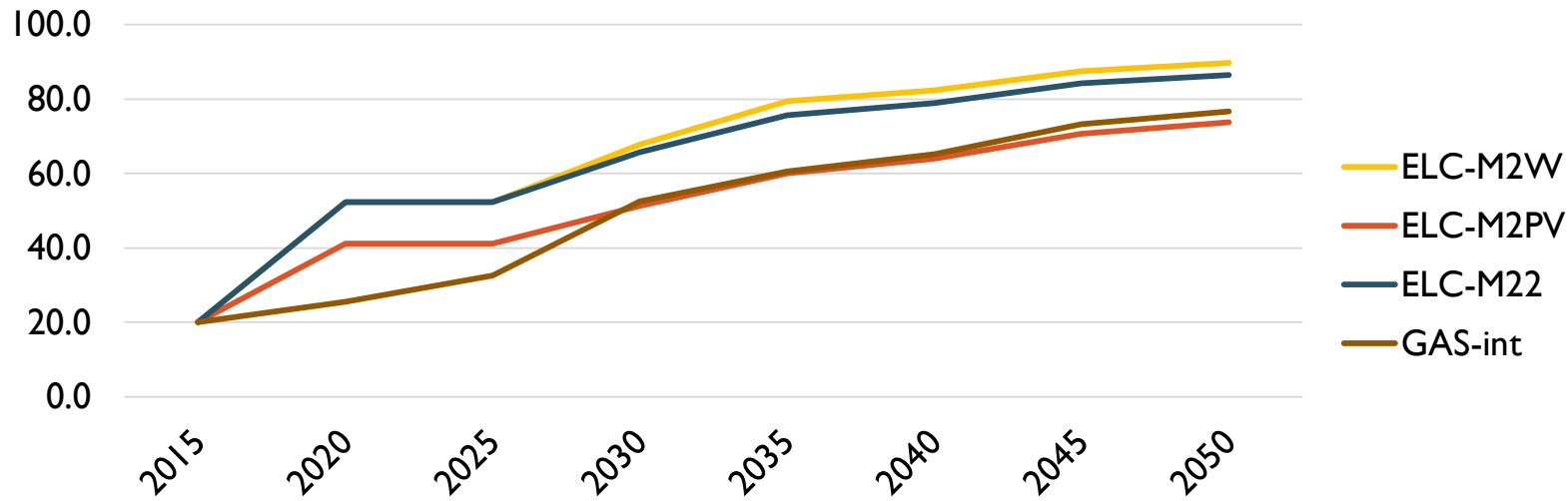
Ηλεκτρική Διασύνδεση

Η μεγάλη διασύνδεση επιτρέπει μεγαλύτερη ανάπτυξη ΑΠΕ στην Κρήτη, η ενέργεια των οποίων καλύπτει μεγάλο μέρος της κατανάλωσης της Κρήτης, λόγω δυνατότητας εξισορρόπησης μέσω της διασύνδεσης.

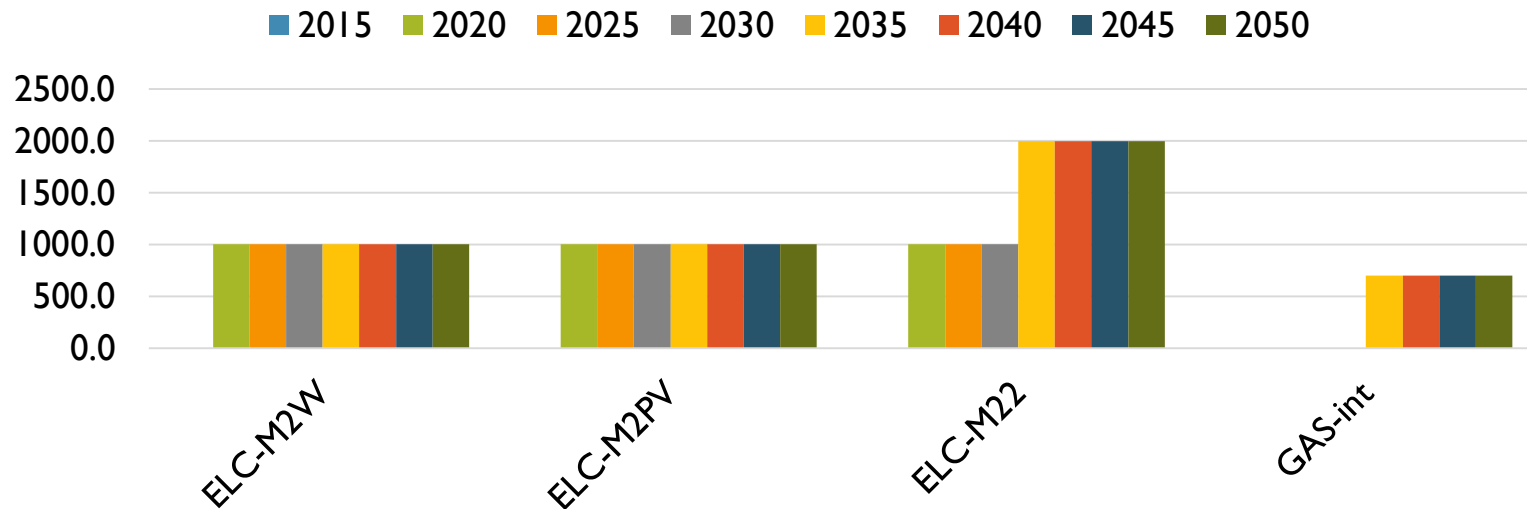
Έτσι, το ποσοστό της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας που καλύπτεται από την ηπειρωτική χώρα μειώνεται στο χρόνο ενώ αναπτύσσονται περαιτέρω οι ΑΠΕ, και αυξάνεται το ποσοστό Η/Π που διοχετεύεται στο ηπειρωτικό σύστημα.

Τα διαφορετικά προφίλ παραγωγής των αιολικών και των Φ/Β εξηγούν το διαφορετικό ισοζύγιο με το ηπειρωτικό σύστημα

% ΑΠΕ στην Η/Π (%)



Ισχύς Διασύνδεσης (MW)



Ηλεκτρική Διασύνδεση

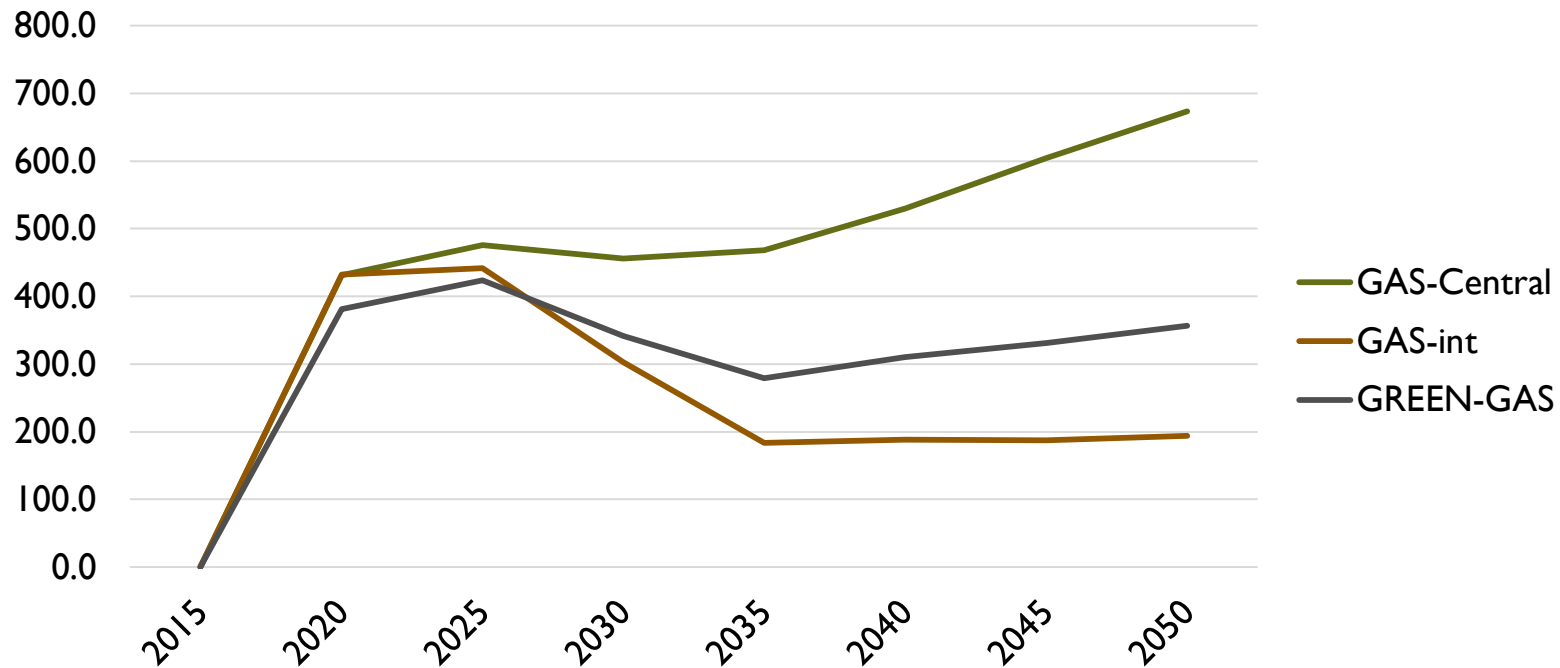
Στο πλαίσιο του συμβατικού συστήματος Η/Π, η περαιτέρω ανάπτυξη των ΑΠΕ εξαρτάται από τη διασύνδεση και το μέγεθός της.

Διασύνδεση μεγαλύτερη των 1000 MW δεν μεταβάλλει το ποσοστό ΑΠΕ στην Η/Π συγκριτικά με τη διασύνδεση των 1000 MW

Όμως η διασύνδεση μικρότερης ισχύος περιορίζει τα ΑΠΕ (π.χ. GAS-int)

Η ανάπτυξη αιολικών αυξάνει το ποσοστό ΑΠΕ στην Η/Π λόγω μεγαλύτερων εξαγωγών συγκριτικά με την ανάπτυξη Φ/Β

Φυσικό Αέριο (ktoe)



Φυσικό Αέριο

Στο σενάριο ΦΑ χωρίς ηλεκτρική διασύνδεση, οι ποσότητες εισαγωγής ΦΑ αυξάνουν στο χρόνο

Αντίθετα, στο σενάριο ΦΑ με διασύνδεση, οι ποσότητες εισαγωγής ΦΑ μειώνονται στο χρόνο

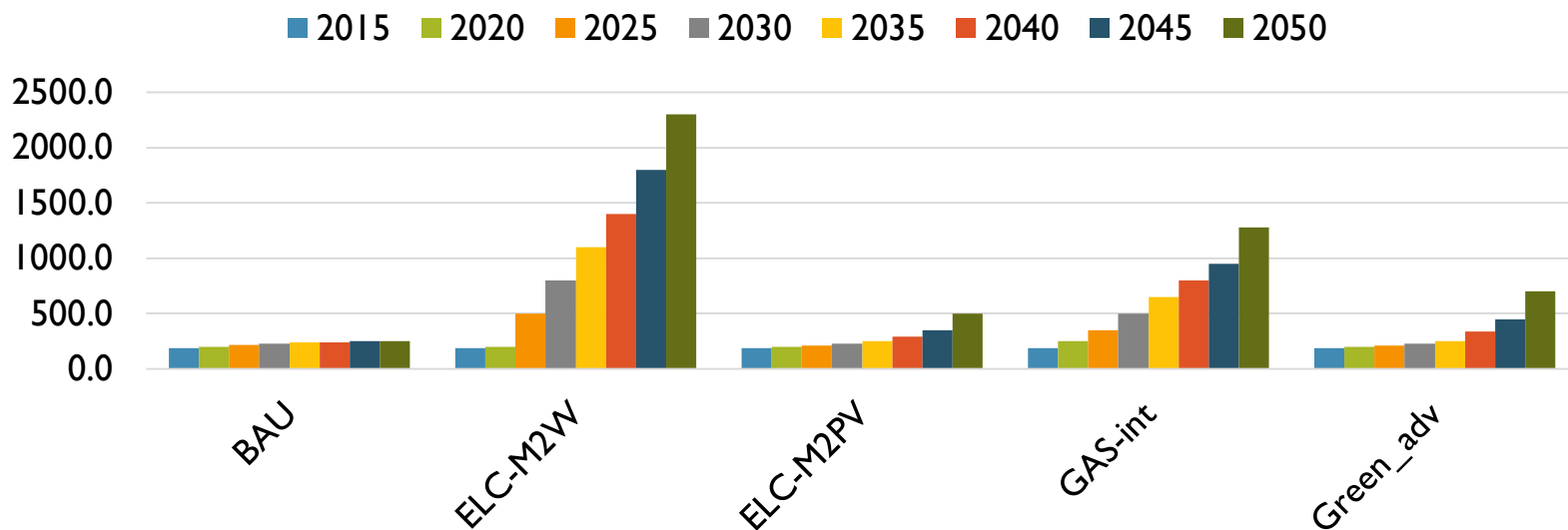
Η οικονομικότητα της εισαγωγής ΦΑ στο σενάριο με διασύνδεση μπορεί να επιτευχθεί επειδή οι τεχνολογίες μικρής κλίμακας LNG αναμένονται να είναι ώριμες και μικρού κόστους

Ο συνδυασμός ΦΑ με μεγάλη ανάπτυξη Φ/Β μειώνει περαιτέρω τις ποσότητες κατανάλωσης ΦΑ

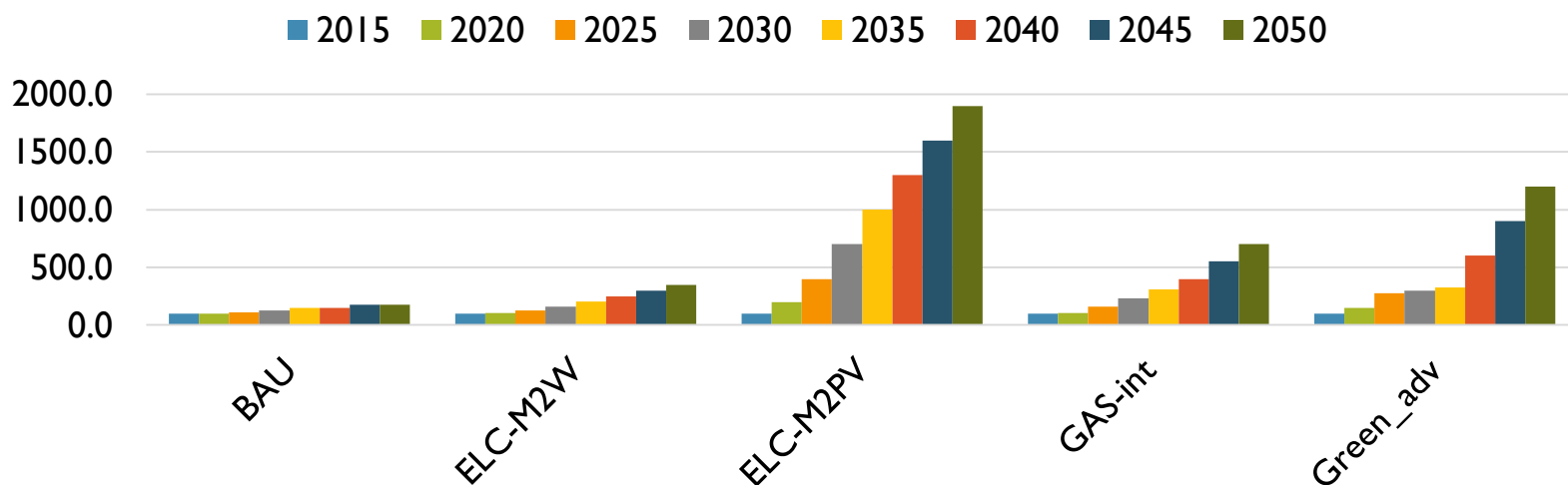
Τα σενάρια εισαγωγής ΦΑ υποθέτουν:

- Σύμβαση προμήθειας από πλωτή αποθήκευση LNG (FSRU)
- Εγκαθίδρυση διαχειριστή ΦΑ στην Κρήτη και ανάπτυξη υποδομών μεταφόρτωσης LNG
- Νέες μονάδες ΦΑ υψηλής απόδοσης και ενδεχομένως μετατροπή μονάδων της ΔΕΗ για καύση ΦΑ

Αιολικά (MW)



Φ/Β (MW)



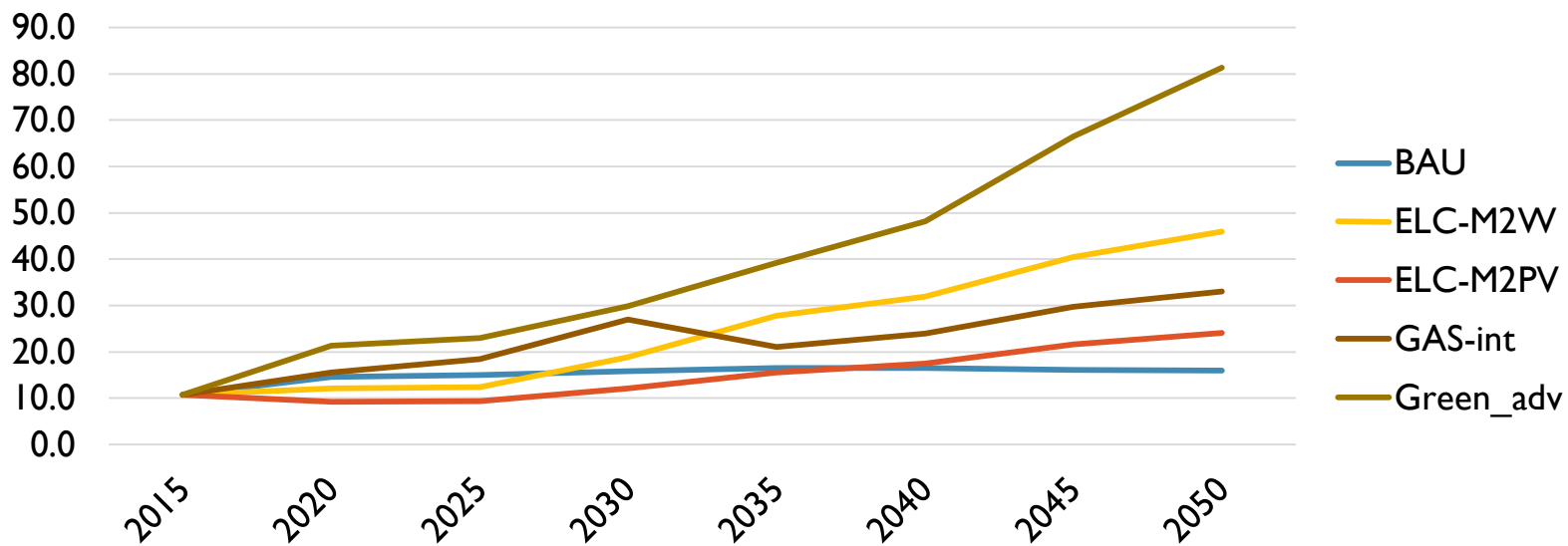
Ανάπτυξη ΑΠΕ

Στα σενάρια χωρίς διασύνδεση η περαιτέρω ανάπτυξη των ΑΠΕ Η/Π είναι περιορισμένη, παρά την ανάπτυξη υβριδικών (100-150 MW).

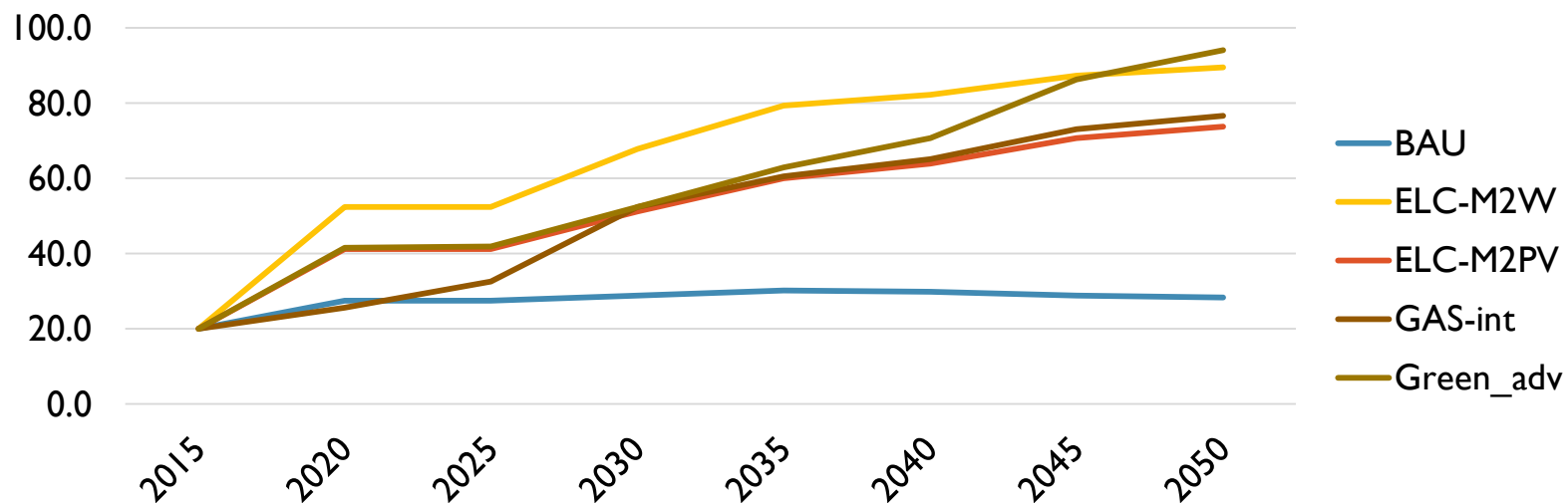
Αντίθετα, στα σενάρια με διασύνδεση, τόσο τα αιολικά όσο και τα Φ/Β αναπτύσσονται σε μεγάλη κλίμακα

Παρά το γεγονός ότι στο σενάριο ανεξάρτητης από ορυκτά καύσιμα τα ΑΠΕ καλύπτουν πολύ μεγάλο μέρος της κατανάλωσης, η συνολική τους ισχύς παραμένει σαφώς μικρότερη από ό,τι στα σενάρια με μεγάλη διασύνδεση

Μερίδιο ΑΠΕ στην Πρωτογενή Ενέργεια (%)



% ΑΠΕ στην Η/Π (%)



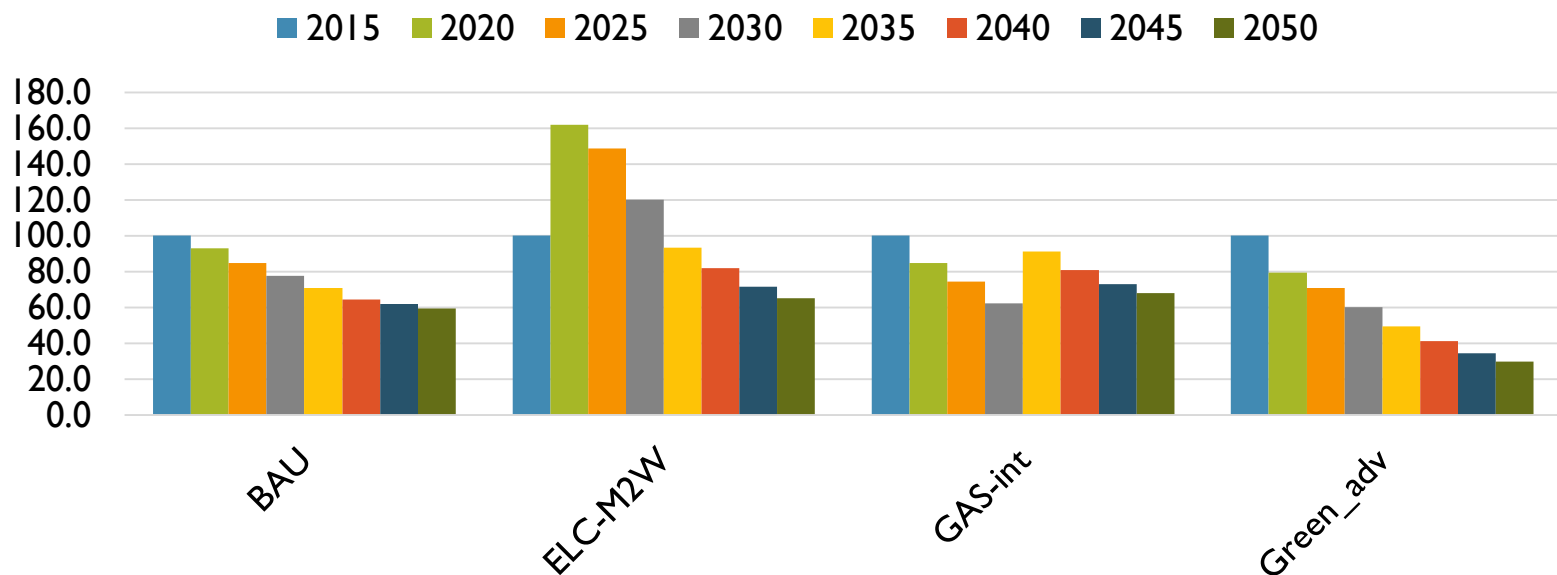
Οι ΑΠΕ στην πρωτογενή ενέργεια

Το σενάριο απεξάρτησης από ορυκτά καύσιμα επιτυγχάνει πολύ μεγάλα μερίδια των ΑΠΕ στην Η/Π και στην πρωτογενή ενέργεια.

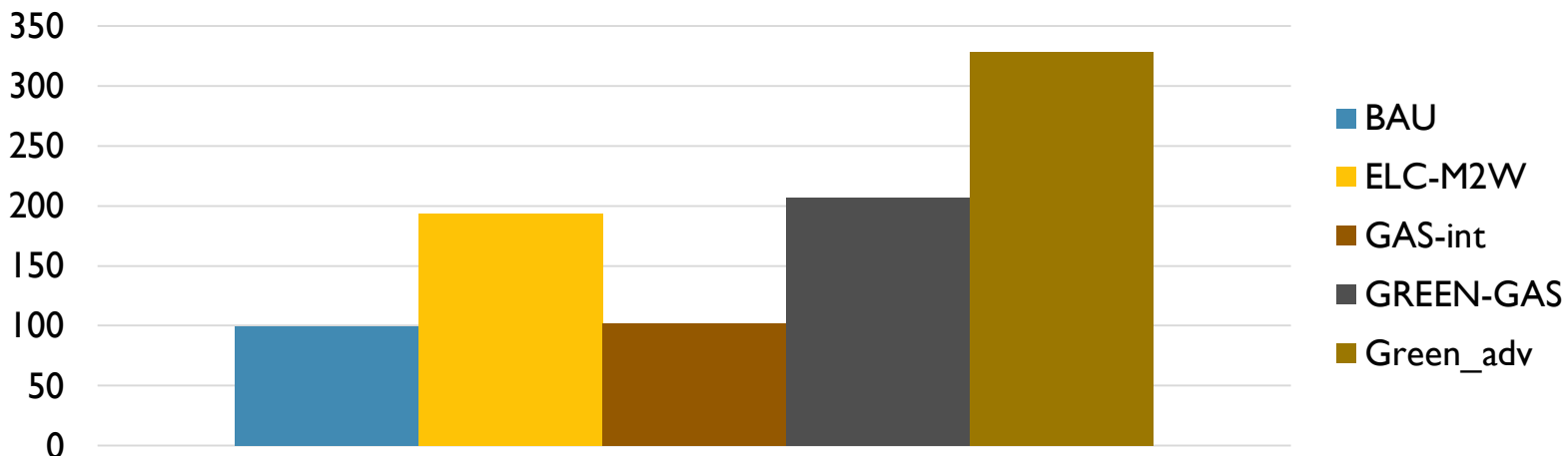
Αυτό γίνεται μέσω εκτεταμένου εξηλεκτρισμού μεταφορών και θερμικών χρήσεων, καθώς και με έξυπνα συστήματα στο σύστημα διανομής που σε συνδυασμό με αποθήκευση ΗΕ επιτυγχάνουν το σύστημα να χρειάζεται ελάχιστες θερμικές εφεδρείες

Μεγάλο ποσοστό ΑΠΕ στην ΗΠ επιτυγχάνουν και τα σενάρια με διασύνδεση όπου όμως το σύστημα παραμένει συμβατικό

Ενεργειακή ένταση του ΑΕΠ (Δείκτης)



Εξοικονόμηση Ενέργειας το 2050 (ktoe)

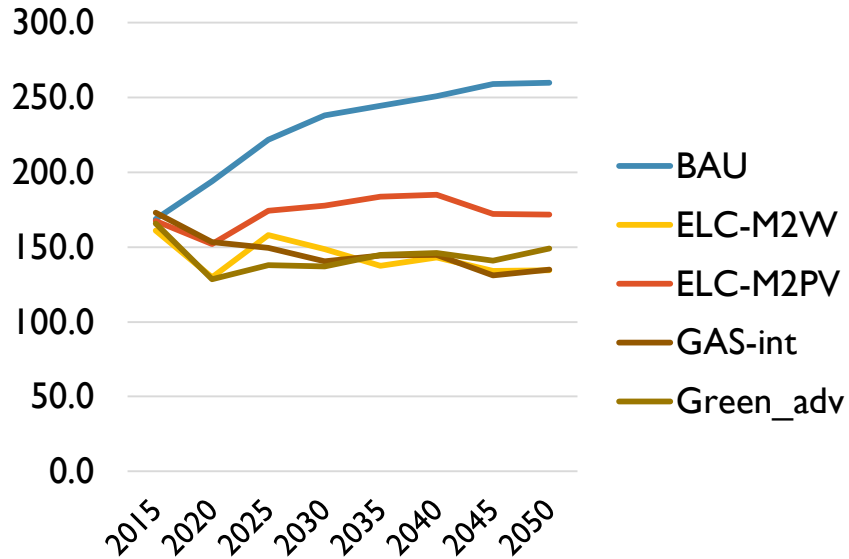


Ενεργειακή Ένταση

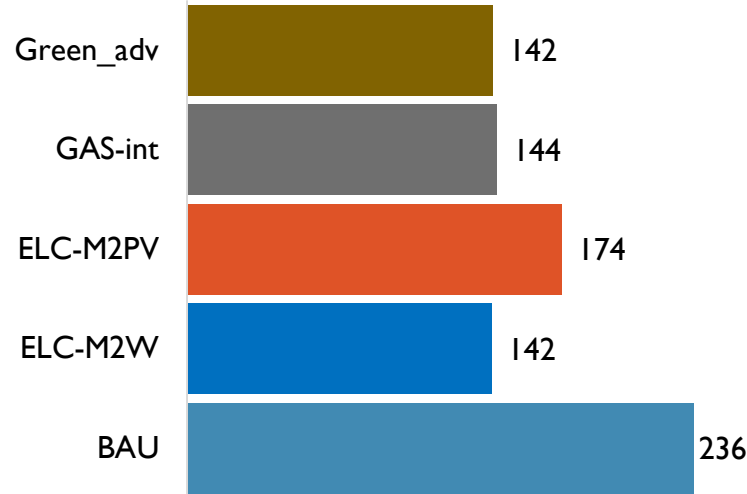
Τα σενάρια που προβλέπουν εξηλεκτρισμό των μεταφορών και θερμικών χρήσεων έχουν σημαντική επίδοση στην ενεργειακή αποδοτικότητα (επειδή τα ηλεκτρικά οχήματα και οι αντλίες θερμότητας είναι πιο αποδοτικά από συμβατικά συστήματα)

Η εξηλεκτρισμός είναι εφικτός είτε στα σενάρια με διασύνδεση, χάρις στην οποία αναπτύσσονται οι ΑΠΕ, είτε στο σενάριο απεξάρτησης από ορυκτά καύσιμα όπου ο εξηλεκτρισμός βασίζεται στα διεσπαρμένα έξυπνα συστήματα

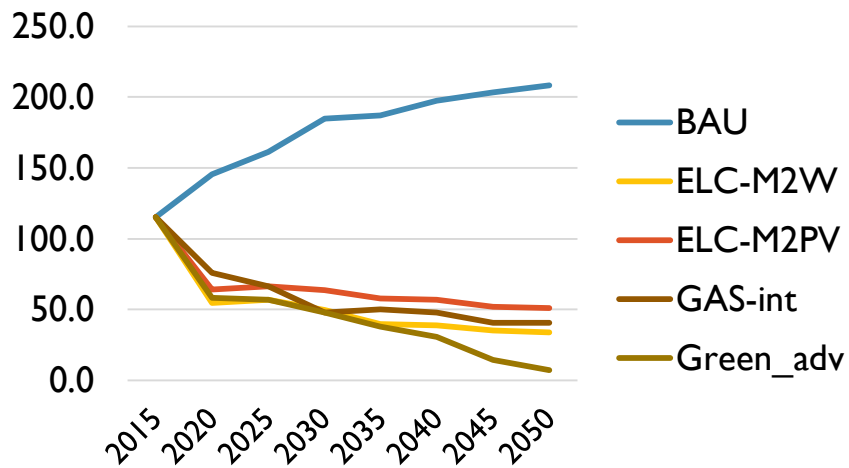
Μέσο Κόστος ΗΕ (€/MWh)



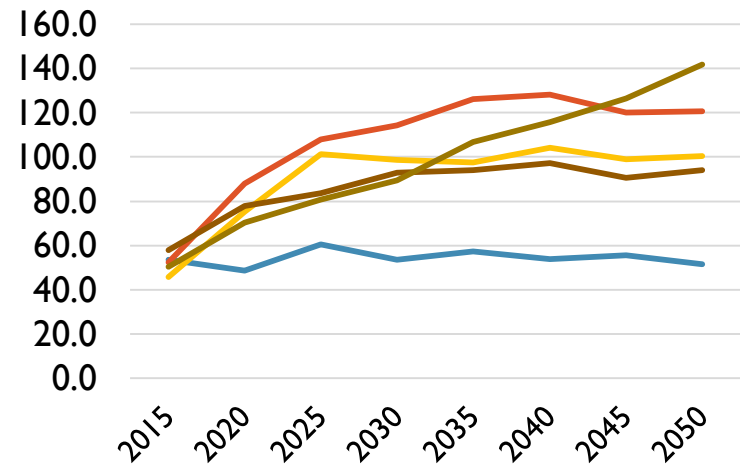
Σωρευτικό (2016-2050) μέσο κόστος Η/π



Μέσο Μεταβλ. Κόστος ΗΕ (€/MWh)



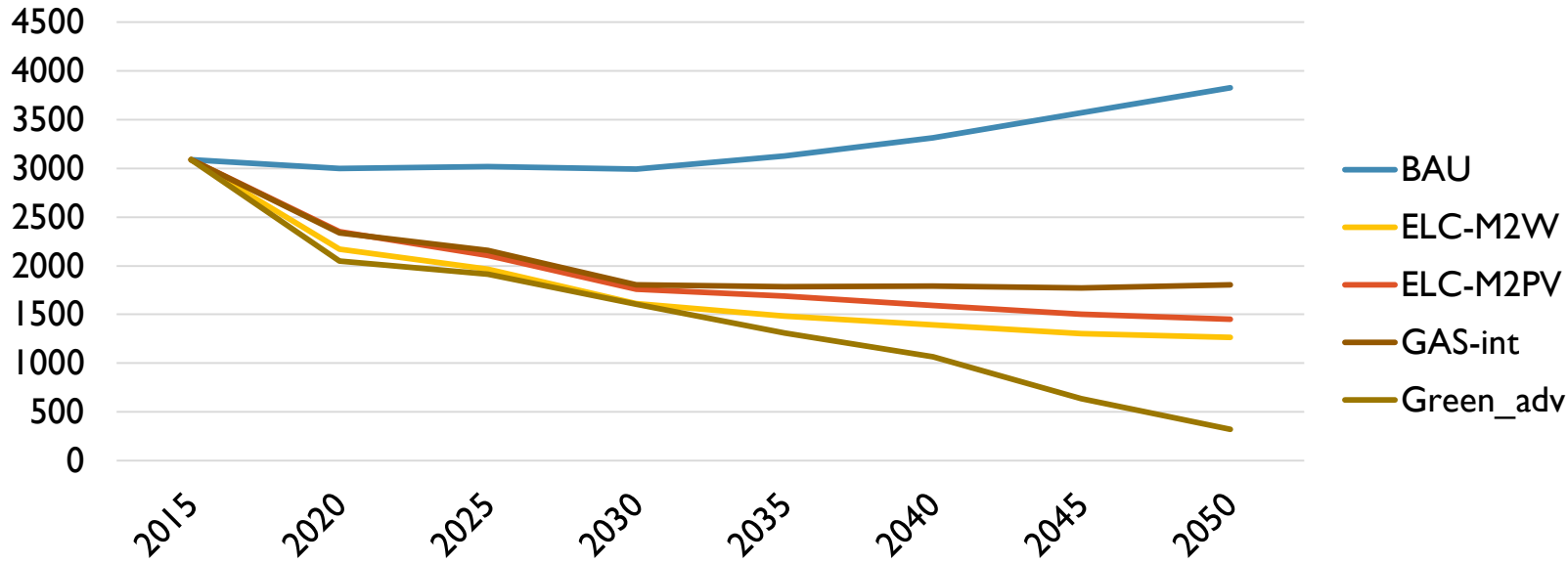
Μέσο Σταθ. Κόστος ΗΕ (€/MWh)



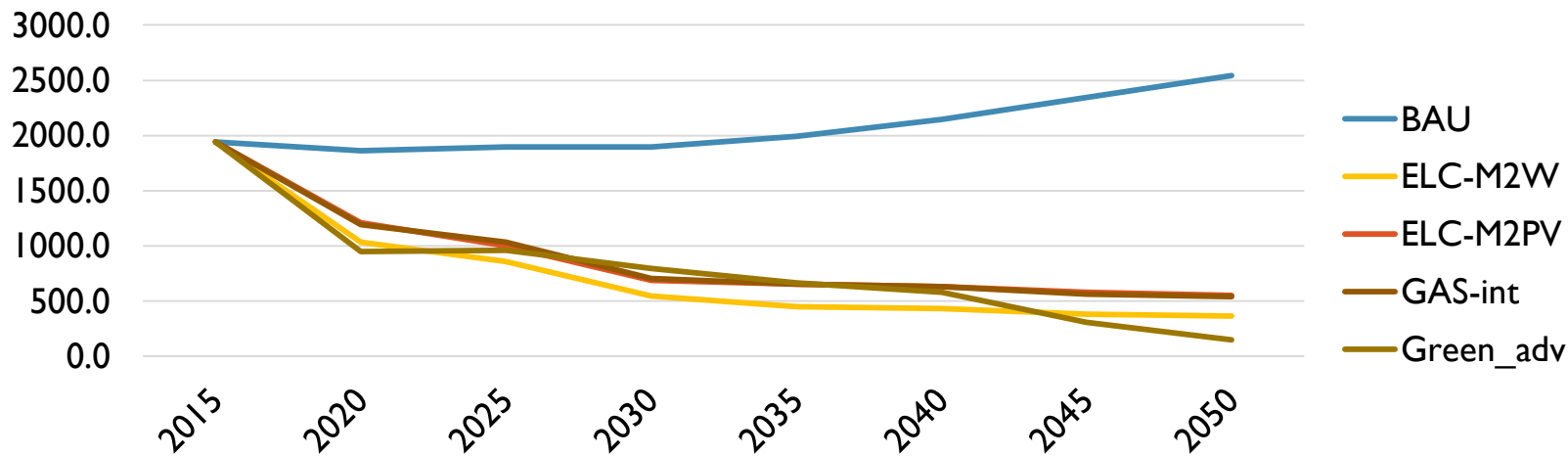
Κόστος Προμήθειας ΗΕ στην τελική κατανάλωση της Κρήτης

- Όλα τα σενάρια με διασύνδεση, ή με φυσικό αέριο ή/και νέες τεχνολογίες επιτυγχάνουν σημαντική μείωση του κόστους της ΗΕ συγκριτικά με το BAU (40% μείωση)
- Η δομή του κόστους μεταβάλλεται στα σενάρια αυτά όπου μειώνεται το μεταβλητό κόστος και αυξάνεται το σταθερό κόστος (κυρίως κεφαλαίου)
- Το σενάριο απεξάρτησης από ορυκτά καύσιμα είναι μακροχρόνια εξίσου οικονομικό με τα σενάρια με μεγάλη διασύνδεση
- Το σενάριο φυσικού αερίου είναι εξίσου οικονομικό με το σενάριο μεγάλης διασύνδεσης με ανάπτυξη αιολικών. Όμως το σενάριο μεγάλης διασύνδεσης με ανάπτυξη Φ/Β οδηγεί σε μεγαλύτερο κόστος να μονάδα, αλλά περιλαμβάνει αποθήκευση και επιτυγχάνει διεσπαρμένη παραγωγή.

Εκπομπές CO2 (ΚtCO2)



Εκπομπές Η/Π (ΚtCO2)



Εκπομπές CO2

Λαμβάνονται υπόψη οι εκπομπές στην Κρήτη αλλά και οι εκπομπές από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας που εισάγεται στην Κρήτη

Τα σενάρια με διασύνδεση, αλλά και αυτά με φυσικό αέριο και με νέες τεχνολογίες επιτυγχάνουν θεαματική μείωση των εκπομπών, συγκριτικά με το BAU

Το σενάριο απεξάρτησης από ορυκτά καύσιμα επιτυγχάνει **απανθρακοποίηση** του ενεργειακού συστήματος της Κρήτης στα επίπεδα που απαιτεί το μακροχρόνιο πρόγραμμα της ΕΕ για την κλιματική αλλαγή

Η μείωση των εκπομπών δεν συνοδεύεται από αύξηση του κόστους, αλλά από μείωση του, συγκριτικά με το BAU

Συμπεράσματα

- ▶ Η συνέχιση της σημερινής δομής της Η/Π είναι **αδύνατη**, αλλά ακόμα και αν ήταν δυνατή είναι οικονομικά ασύμφορη και περιβαλλοντικά επιβλαβής. Όλες οι εναλλακτικές λύσεις είναι σαφώς φθηνότερες.
- ▶ Χρειάζονται **άμεσες ενέργειες** για τη διασφάλιση του εφοδιασμού ΗΕ της Κρήτης. Οι νέες υποδομές πρέπει να λειτουργούν το 2020. Το είδος των νέων υποδομών που θα επιλεγούν θα δεσμεύει σε αρκετό βαθμό τη μακροχρόνια προοπτική.
- ▶ Οι νέες υποδομές μπορεί να είναι είτε η **μεγάλη διασύνδεση** είτε η **εισαγωγή φυσικού αερίου**.
- ▶ Μετά την απόφαση αυτή, τίθενται διλήμματα στρατηγικής σε μεσοχρόνιο και μακροχρόνιο ορίζοντα κυρίως σχετικά με το **μείγμα ΑΠΕ**. Το δίλημμα είναι εάν η ανάπτυξη των ΑΠΕ θα βασισθεί κυρίως στα αιολικά ή κυρίως στη διεσπαρμένη παραγωγή με Φ/Β.
- ▶ Οι **ΑΠΕ και η εξοικονόμηση ενέργειας** αποτελούν τους μόνους πυλώνες της μακροχρόνιας προοπτικής στο πλαίσιο απεξάρτησης από ορυκτά καύσιμα και δραστηκής μείωσης των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου.
- ▶ Η διασύνδεση (και μόνο η μεγάλη) είναι στην ουσία ο μόνος τρόπος να αναπτυχθούν οι ΑΠΕ στο πλαίσιο συστήματος συμβατικής δομής, όπως το σημερινό. Όμως οι ΑΠΕ μπορούν μακροχρόνια να αναπτυχθούν και χωρίς διασύνδεση αλλά όμως στο πλαίσιο συστήματος βασισμένου σε νέες έξυπνες τεχνολογίες που θα είναι ώριμες μακροχρόνια.
- ▶ Το συνολικό κόστος είναι μικρότερο στην περίπτωση ανάπτυξης αιολικών όμως η διεσπαρμένη παραγωγή με Φ/Β και με αποθήκευση έχει σημαντικά πλεονεκτήματα για τη διαχείριση της ζήτησης και την οικονομική ανάπτυξη.
- ▶ Η εισαγωγή φυσικού αερίου δίνει άμεση λύση εφοδιασμού σε χαμηλό κόστος και με λιγότερους ρύπους από το πετρέλαιο όμως η περαιτέρω ανάπτυξη ΑΠΕ απαιτεί υλοποίηση διασύνδεσης (έστω μεσοχρόνια), ωφελώντας και τη βιωσιμότητα του συστήματος
- ▶ Όμως υφίσταται και η δυνατότητα, η εισαγωγή φυσικού αερίου να συνεχισθεί χωρίς διασύνδεση αλλά με έντονη ανάπτυξη διεσπαρμένης παραγωγής από ΑΠΕ, έξυπνα συστήματος διαχείρισης δικτύου και αποθήκευση ΗΕ, καθώς και με εκτεταμένο εξηλεκτρισμό και ενίσχυση της αποδοτικότητας. Το σενάριο αυτό οδηγεί σε απεξάρτηση από ορυκτά καύσιμα και εφόσον οι νέες τεχνολογίες ωριμάσουν θα είναι οικονομικά ανταγωνιστικό συγκριτικά με τις άλλες λύσεις.