



Κόντης Ελευθέριος

Δρ. Ηλεκτρολόγος Μηχανικός & Μηχανικός Υπολογιστών

kontislefteris@gmail.com

Δικτυακοί τόποι μαθήματος:

ΠΕ: <https://eclass.uowm.gr/courses/HMMY112/>

ΤΕ: <https://eclass.teiwm.gr/courses/EE193/>



Δομή Μαθήματος:

- ✓ ΠΕ. Σε εβδομαδιαία βάση:
 - 2 ώρες θεωρία την εβδομάδα
 - 1 ώρα την εβδομάδα φροντιστηριακές ασκήσεις
 - 1 ώρα εργαστηριακές ασκήσεις
 - Τεχνοοικονομική ανάλυση με χρήση του λογισμικού HOMER
- ✓ ΤΕ. Σε εβδομαδιαία βάση:
 - 2 ώρες θεωρία την εβδομάδα. Συνδιδασκαλία με ΠΕ



Μέθοδος Εξέτασης/Αξιολόγησης Μαθήματος. ΠΕ:

- ✓ Για το **θεωρητικό μέρος** του μαθήματος:
 - Γραπτές εξετάσεις που θα αποτελούν το 70% του τελικού βαθμού. Θα περιλαμβάνουν:
 - Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής, ερωτήσεις τύπου σωστού – λάθους, ερωτήσεις ανάπτυξης
 - Σύντομες ασκήσεις
- ✓ Για το **εργαστηριακό μέρος** του μαθήματος:
 - Ατομικές εργασίες που θα αποτελούν το 30% του τελικού βαθμού
- ✓ Η παράδοση των εργασιών **δεν** είναι υποχρεωτική. Σε αυτή την περίπτωση ο μέγιστος βαθμός είναι το **7**

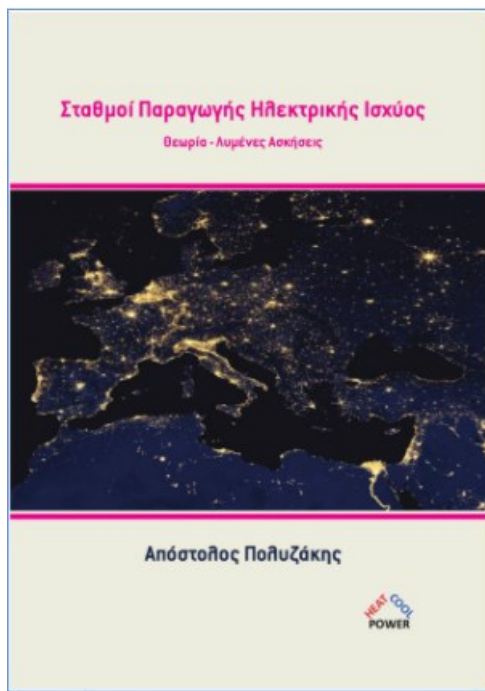


Μέθοδος Εξέτασης/Αξιολόγησης Μαθήματος. ΤΕ:

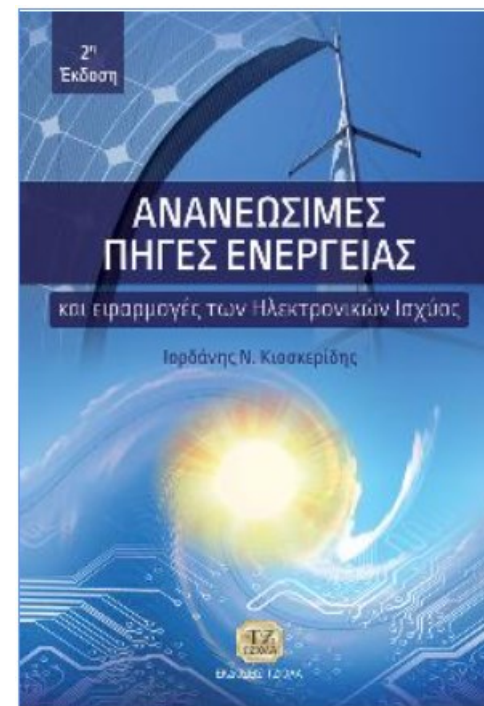
- ✓ Γραπτές εξετάσεις που θα αποτελούν το 100% του τελικού βαθμού. Θα περιλαμβάνουν:
 - Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής
 - Ερωτήσεις τύπου σωστού – λάθους
 - Ερωτήσεις ανάπτυξης



Προτεινόμενα Συγγράμματα (1/3)



Α. Πολυζάκης, "Σταθμοί Παραγωγής Ηλεκτρικής Ισχύος", Εκδόσεις Πολυζάκης Απόστολος ΣΙΑ ΕΕ, 2017



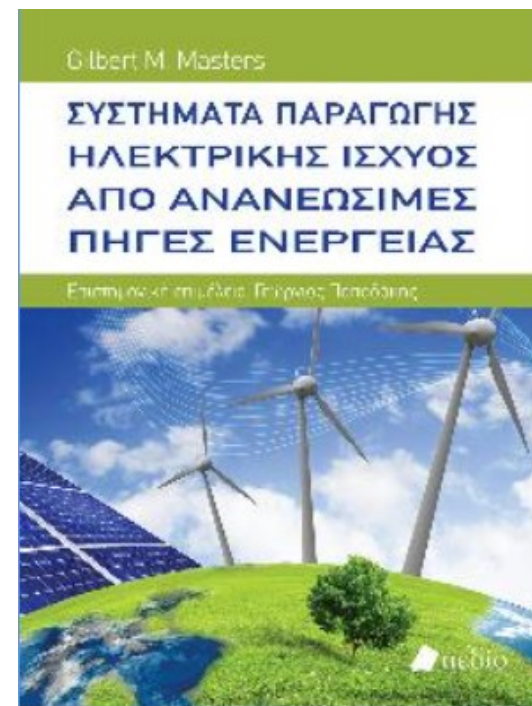
Ι. Κιοσκερίδης, "Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και εφαρμογές ηλεκτρονικών ισχύος", Εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ, 2019



Προτεινόμενα Συγγράμματα (2/3)



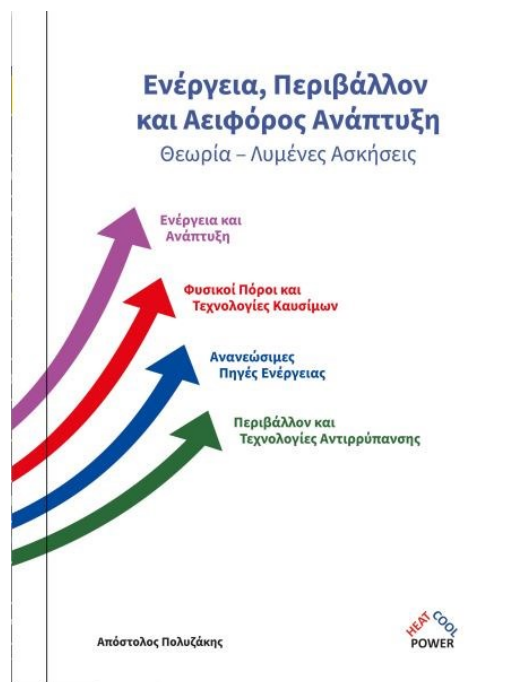
V. S. Bagotsky, A. M. Skundin, Y. M. Volfkovich, "Ηλεκτροχημικές πηγές ενέργειας, συσσωρευτές, κελιά καυσίμου και υπερπυκνωτές", Εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ, 2020



G. M. Masters, "Συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ισχύος από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας", Εκδόσεις Πεδίο Α.Ε., 2016



Προτεινόμενα Συγγράμματα (3/3)



Α. Πολυζάκης, “Ενέργεια, Περιβάλλον και Αειφόρος Ανάπτυξη”, Εκδόσεις Πολυζάκης Απόστολος ΣΙΑ ΕΕ, 2020



- ✓ Παύλος Γεωργιλάκης, Σύγχρονα συστήματα μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά Συγγράμματα και Βοηθήματα - Αποθετήριο "Κάλλιπος", Κωδικός Βιβλίου στον Εύδοξο: 320144
- ✓ Diaz-Gonzalez, Energy Storage in Power Systems, HEAL-Link Wiley ebooks, Κωδικός Βιβλίου στον Εύδοξο: 80500509
- ✓ Robyns, Energy Storage in Electric Power Grids, Wiley-ISTE, Κωδικός Βιβλίου στον Εύδοξο: 80504547
- ✓ Przemyslaw Komarnicki, Pio Lombardi, Zbigniew Styczynski. Electric Energy Storage Systems, Springer Berlin Heidelberg, Κωδικός Βιβλίου στον Εύδοξο: 75484887



Αντικείμενο Μαθήματος:

- ✓ Τεχνολογίες αποθήκευσης ενέργειας
 - αντλησιοταμίευση, συσσωρευτές, κυψέλες καυσίμου, υπερπυκνωτές, υπεραγώγιμη αποθήκευση ενέργειας, αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας με θερμικά μέσα, σφόνδυλοι, αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας με χημικά μέσα (π.χ. υδρογόνο), συστήματα αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας με πεπιεσμένο αέρα, ηλιοθερμικοί σταθμοί
 - Ειδικά χαρακτηριστικά
 - Πλεονεκτήματα/μειονεκτήματα
 - Εφαρμογές αποθήκευσης ενέργειας (διεθνή παραδείγματα και ελληνική πραγματικότητα)
 - Μελλοντικές δυνατότητες



Αντικείμενο Μαθήματος:

- ✓ Εφαρμογές αποθήκευσης ΣΗΕ
 - Χρονική μετατόπιση της τιμής της ηλεκτρικής ενέργειας (energy arbitrage)
 - Παροχή ευελιξίας / διαχείριση ζήτησης
 - Επάρκεια δικτύου για διαχείριση συμφόρησης και αναβολή αναβάθμισης
 - Παροχή επικουρικών υπηρεσιών στο ΣΗΕ
 - Έλεγχος συχνότητας
 - Έλεγχος τάσης
 - Εκκίνηση από ολική διακοπή



Αντικείμενο Μαθήματος:

- ✓ Υπηρεσίες καταναλωτών
 - Ποιότητα ισχύος και τοπική εφεδρεία
 - Ιδιο-κατανάλωση σε συνδυασμό με φωτοβολταϊκά συστήματα
- ✓ Υφιστάμενο ρυθμιστικό πλαίσιο
 - Πολιτικές της ΕΕ για την αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας
 - Πολιτικές της ΕΕ για την προώθηση και την αύξηση της ιδιο-κατανάλωσης
 - Αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα



Αντικείμενο Μαθήματος:

- ✓ Ηλεκτρικά αυτοκίνητα
 - Μοντέλα και χαρακτηριστικά
 - Ελληνική και διεθνής πραγματικότητα
 - Παροχή υπηρεσιών στο δίκτυο (V2G – Vehicle to grid)
- ✓ Τεχνοοικονομική αξιολόγηση τεχνολογιών αποθήκευσης ενέργειας
- ✓ Εκμάθηση λογισμικού HOMER (<https://www.homerenergy.com/products/pro/index.html>)



- ✓ Με την επιτυχή ολοκλήρωση του μαθήματος ο/η φοιτητής/τρια θα είναι σε θέση να:
 - Έχει μια εποπτική εικόνα των παγκόσμιων ενεργειακών συστημάτων και του ρόλου που διαδραματίζει η αποθήκευση ενέργειας
 - Κατανοεί τον ρόλο της ενεργειακής αποθήκευσης στο πλαίσιο της λειτουργίας των σύγχρονων ενεργειακών αγορών
 - Διακρίνει τις διάφορες μορφές αποθήκευσης ενέργειας με τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματά τους
 - Διακρίνει την αλληλεπίδραση και τις συνέργειες μεταξύ της ενεργειακής αποθήκευσης, των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και των ηλεκτρικών οχημάτων



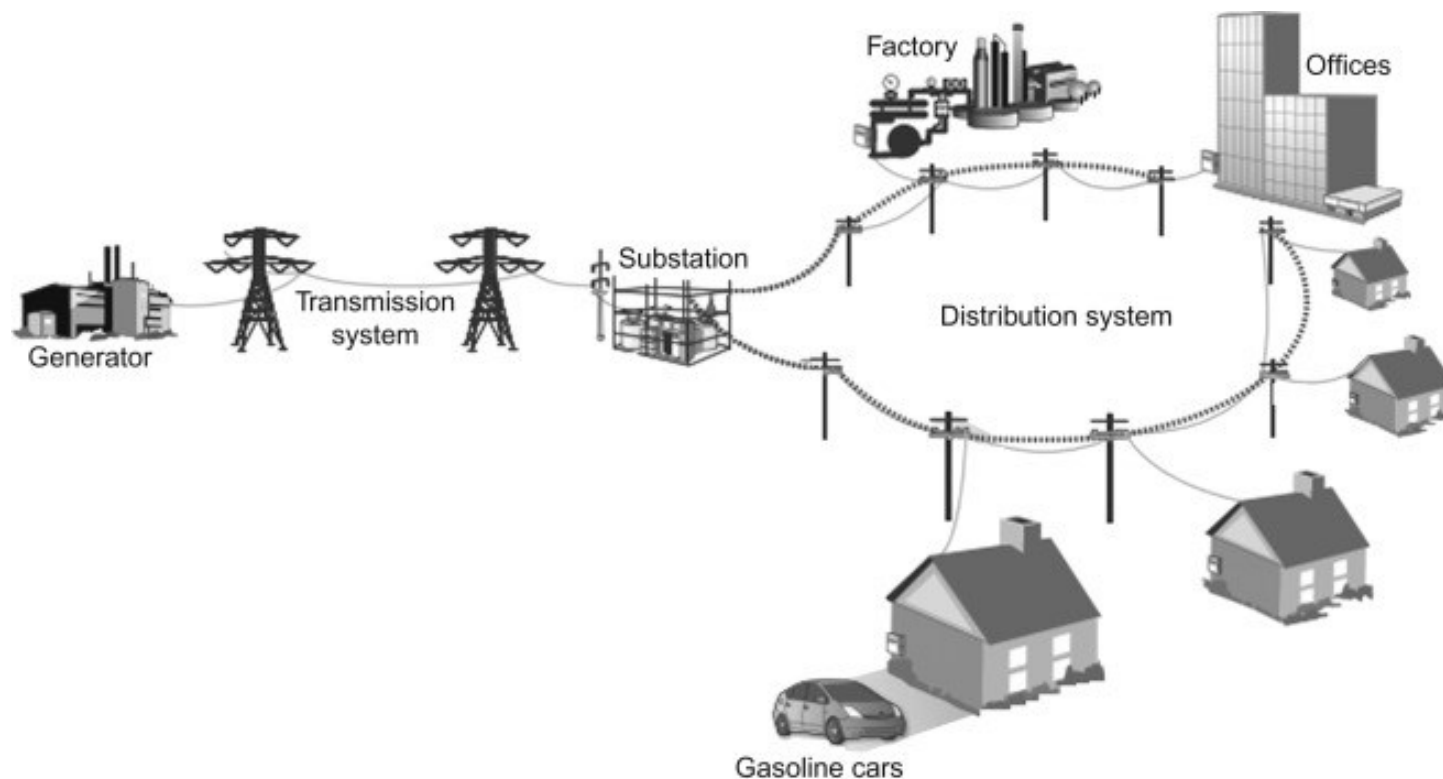
- ✓ Με την επιτυχή ολοκλήρωση του μαθήματος ο/η φοιτητής/τρια θα είναι σε θέση να:
 - Κατανοεί το ρυθμιστικό πλαίσιο και τις πολιτικές για την προώθηση της περαιτέρω ανάπτυξης της ενεργειακής αποθήκευσης
 - Γνωρίζει το παρόν και τις μελλοντικές προοπτικές και προκλήσεις της αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας στο Ελληνικό ενεργειακό σύστημα
 - Χρησιμοποιεί υπολογιστικά εργαλεία που ποσοτικοποιούν την οικονομική αξία και τον μακροοικονομικό αντίκτυπο της ενεργειακής αποθήκευσης



Συμβατικά ΣΗΕ



- ✓ Κεντρική παραγωγή
- ✓ Μεταφορά παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας σε μεγάλες αποστάσεις
 - Αυξημένες απώλειες
- ✓ Χρήση ορυκτών καυσίμων
 - Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου
 - Ασφάλεια εφοδιασμού





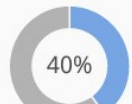
Europe is Highly Dependent on Russian Gas

Percentage of gas supplied by Russia to European countries

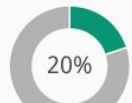
0% 0% - 33% 33% - 66% 66% - 100% 100%



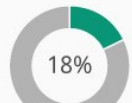
European Union



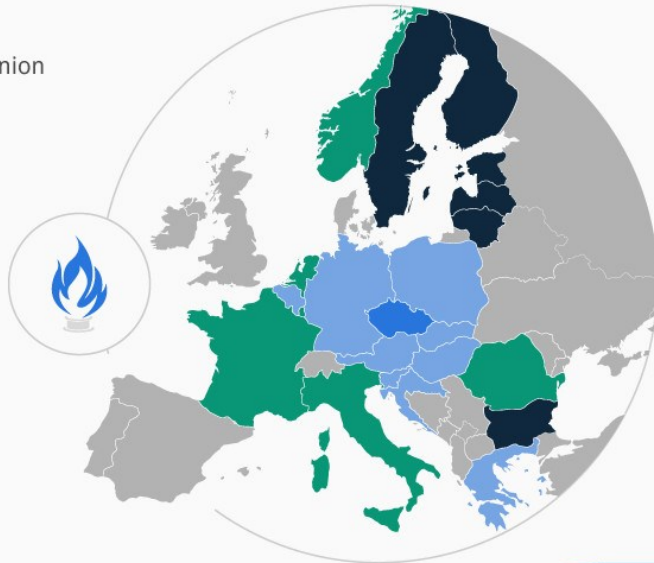
Germany



Italy



France



@StatistaCharts Sources: CNN, WTO, U.S. Census Bureau, Eurostat

statista



Greenhouse Gas Emissions

2020	2030
-20%	≥-40%



Renewable Energy

2020	2030
20%	≥32%



Energy Efficiency

2020	2030
20%	≥32.5%



Climate in EU-funded programmes 2014-2020

2020	2030
20%	25%



Interconnection

2020	2030
10%	15%



CO2 from :

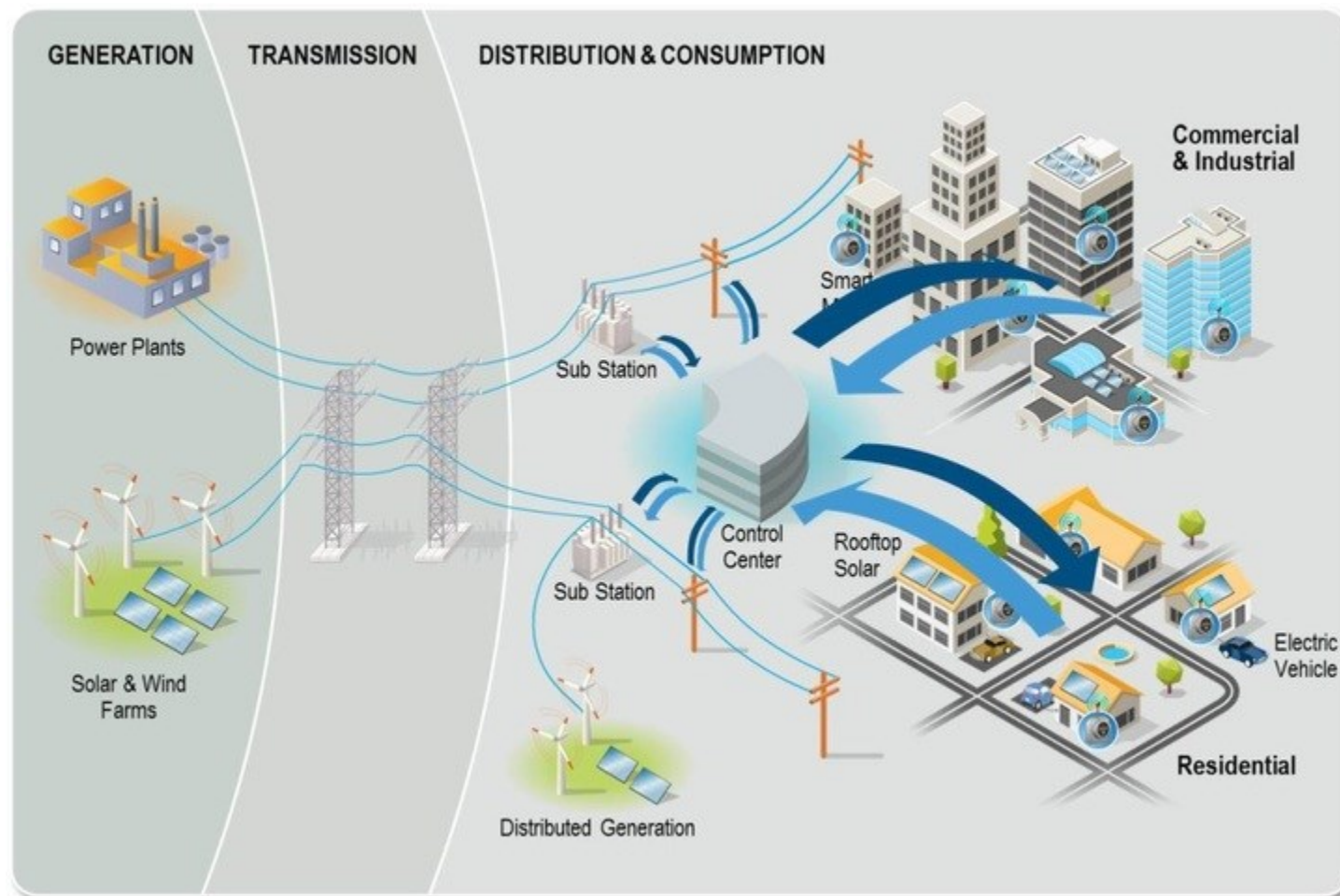
Cars	Vans	Lorries
2030	2030	2030
-37.5%	-31%	-30%



Σύγχρονα ΣΗΕ



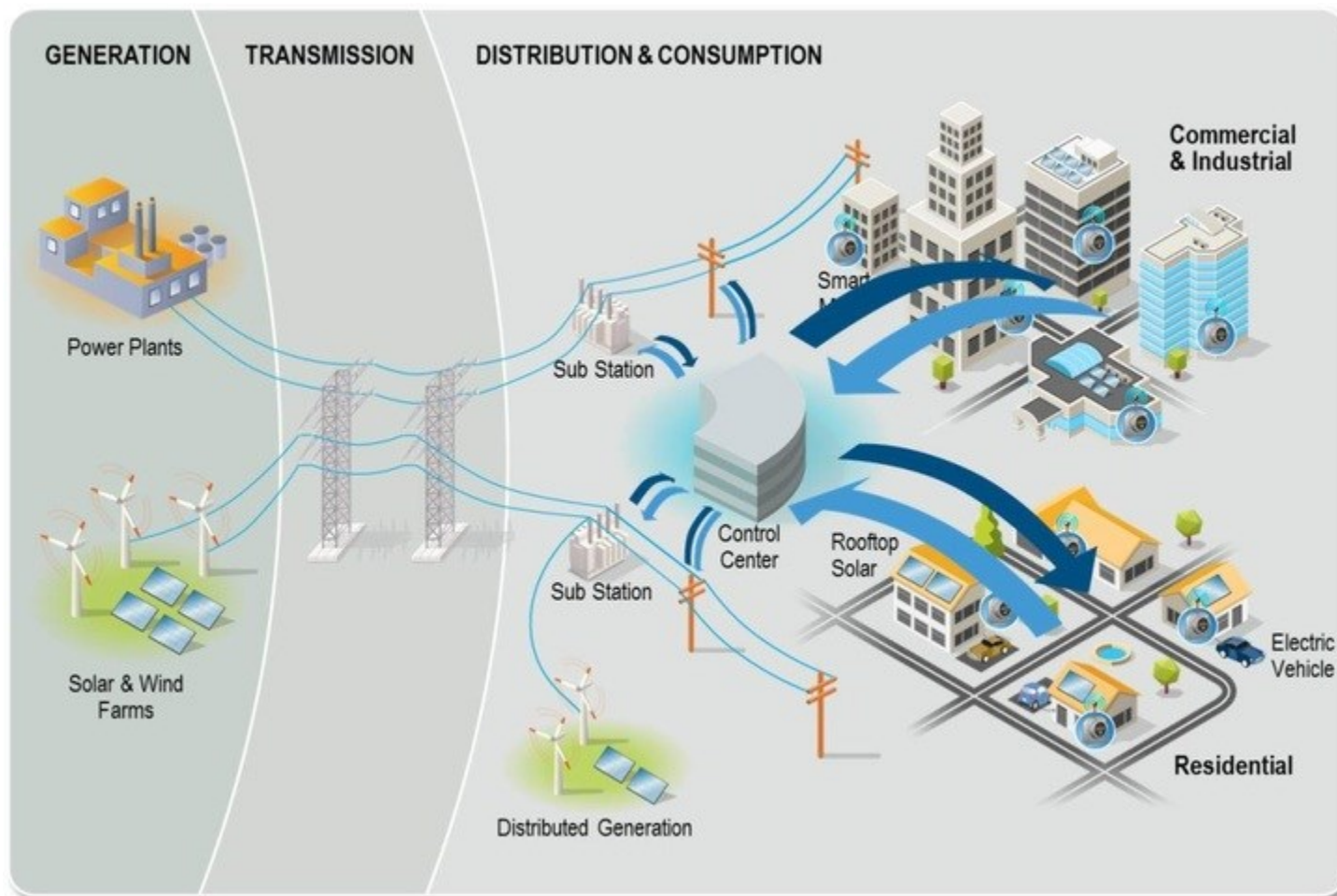
- ✓ Αποκεντρωμένη παραγωγή.
Παραγωγοί/καταναλωτές (prosumers)
 - Μειωμένες απώλειες
- ✓ Χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας
 - Μείωση αέριων ρύπων
 - Διασφάλιση ασφάλειας εφοδιασμού
 - Ηλεκτρικά αυτοκίνητα





✓ Σημαντικές τεχνικές προκλήσεις

- *Αβεβαιότητα σχετικά με την παραγωγή ενέργειας, εξαιτίας της στοχαστικότητας των ΑΠΕ*
- Αλλαγή παραδοσιακών μοτίβων φόρτισης
- Αντιστροφή στη ροή της ισχύος
- Αυξομειώσεις τάσης (υπερτάσεις και πτώσεις τάσης)
- Ζητήματα προστασίας
- Χαμηλή ποιότητα ισχύος

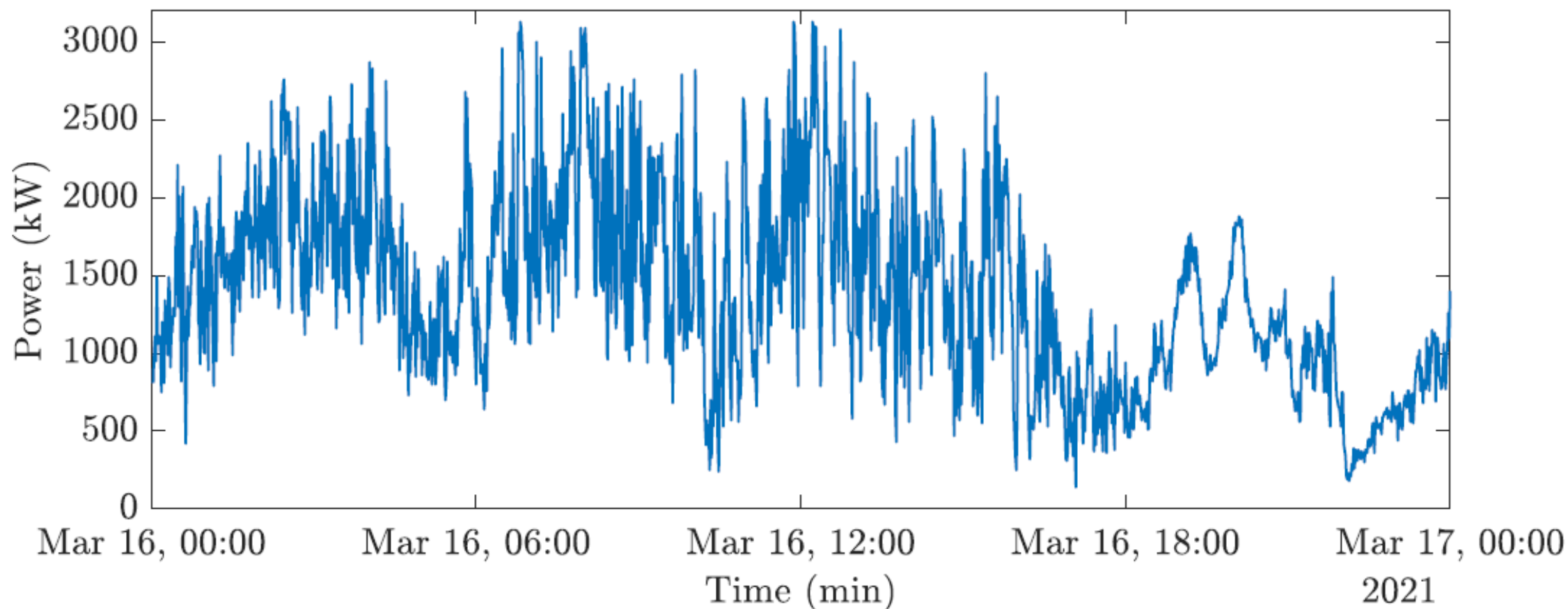




Προφίλ Παραγωγής ΑΓ



- ✓ Ημερήσιο προφίλ παραγωγής ΑΓ ισχύος 3 MW. Πραγματικές μετρήσεις σε ΑΓ στην Αυστρία

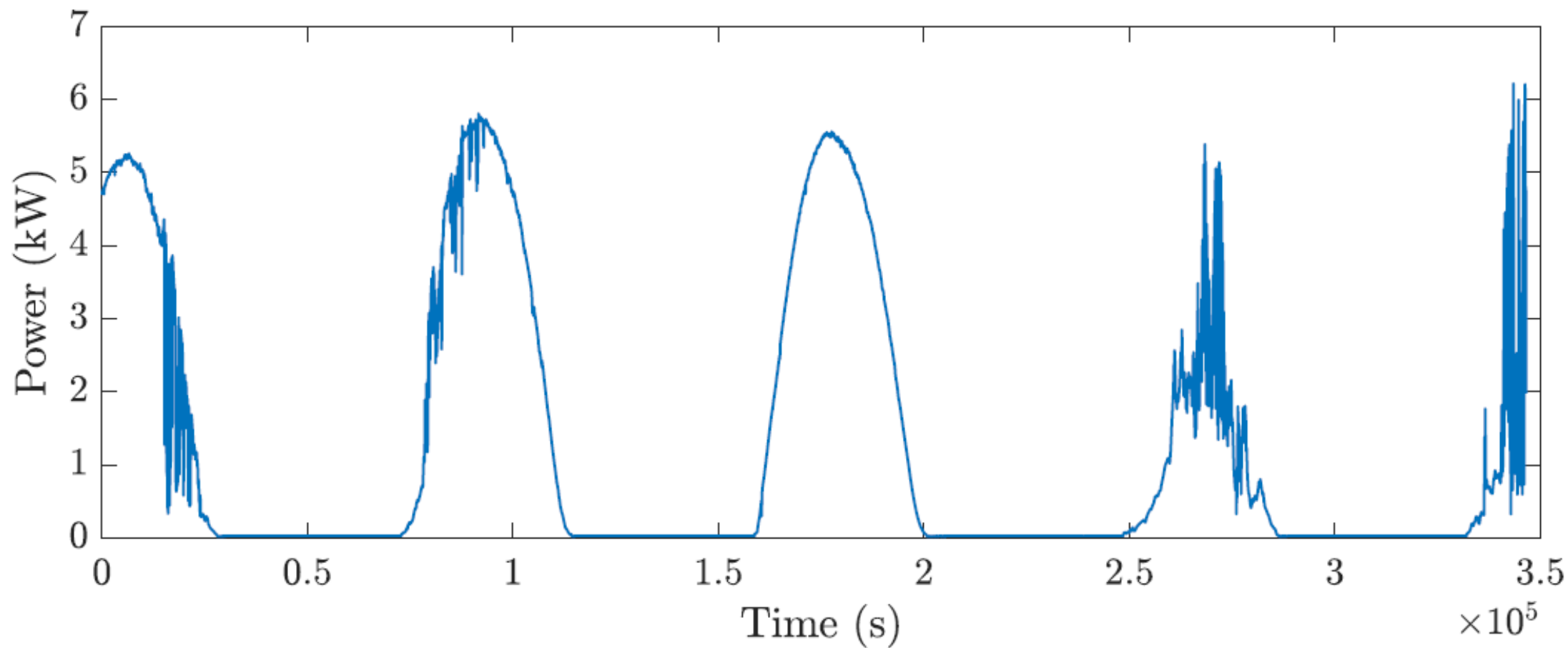




Προφίλ Παραγωγής ΦΒ



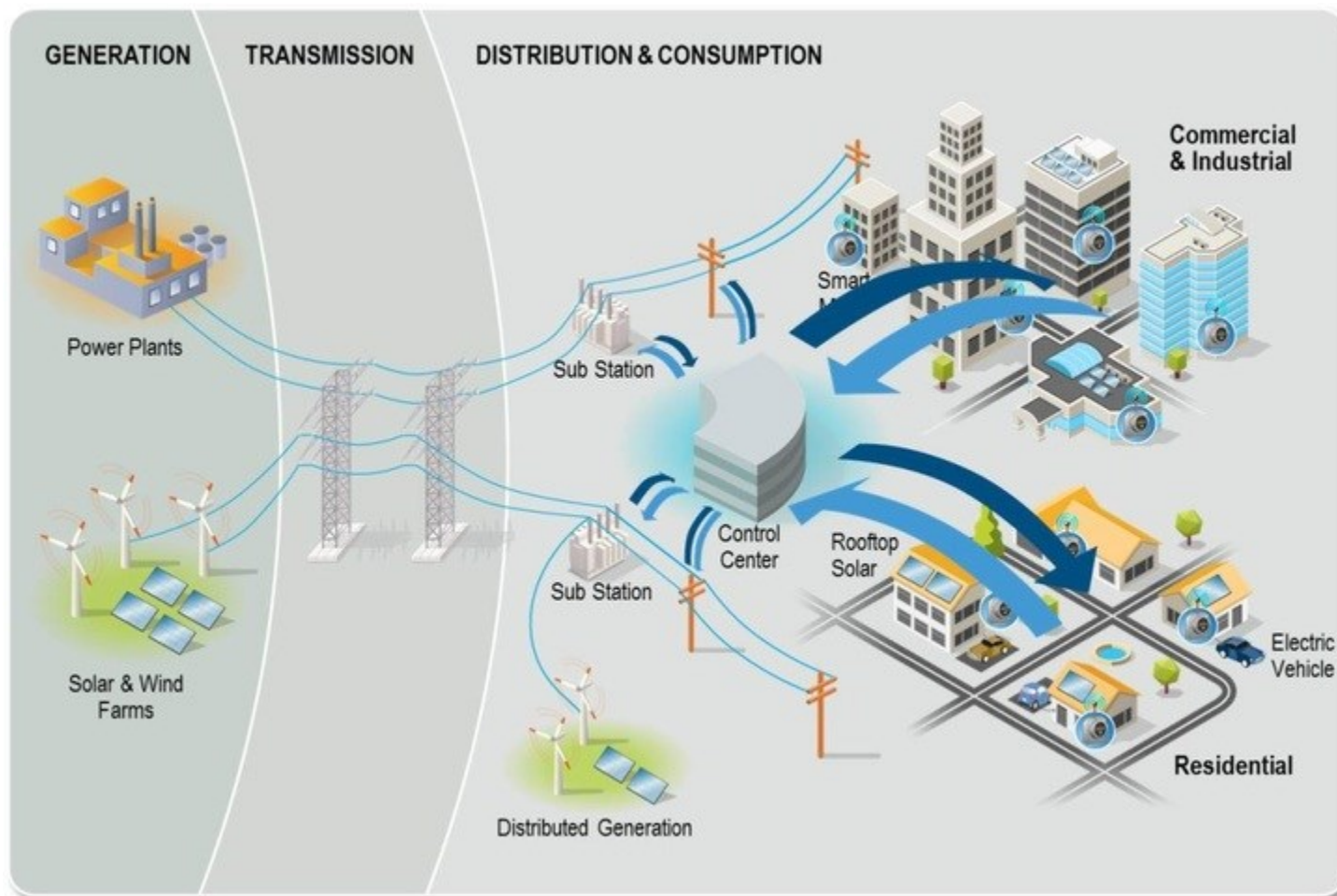
- ✓ Προφίλ παραγωγής 5 ημερών οικιακού ΦΒ ισχύος 10 kW. Πραγματικές μετρήσεις σε ΦΒ στέγης στην Αυστρία





✓ Σημαντικές τεχνικές προκλήσεις

- Αβεβαιότητα σχετικά με την παραγωγή ενέργειας, εξαιτίας της στοχαστικότητας των ΑΠΕ
- *Αλλαγή παραδοσιακών μοτίβων φόρτισης*
- Αντιστροφή στη ροή της ισχύος
- Αυξομειώσεις τάσης (υπερτάσεις και πτώσεις τάσης)
- Ζητήματα προστασίας
- Χαμηλή ποιότητα ισχύος

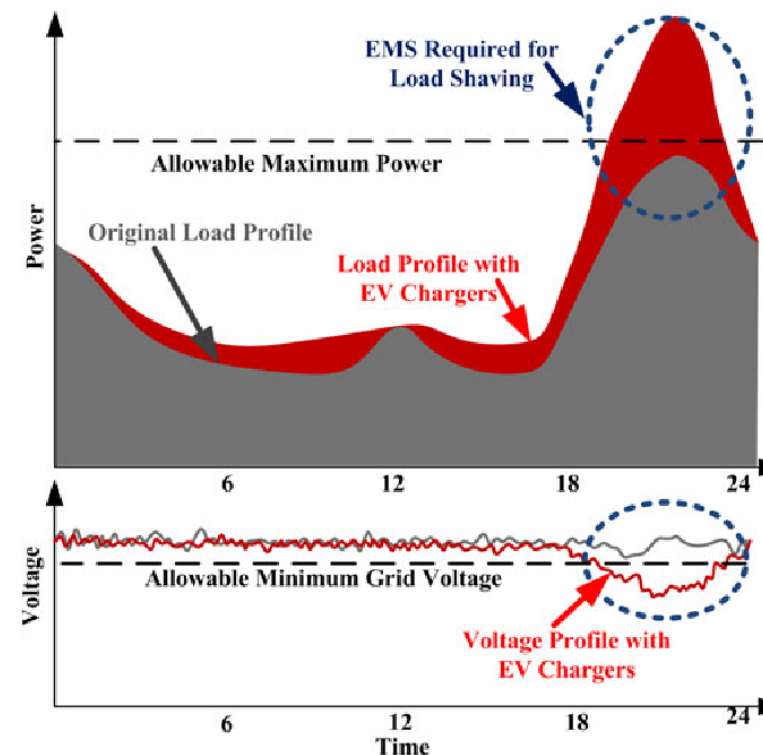
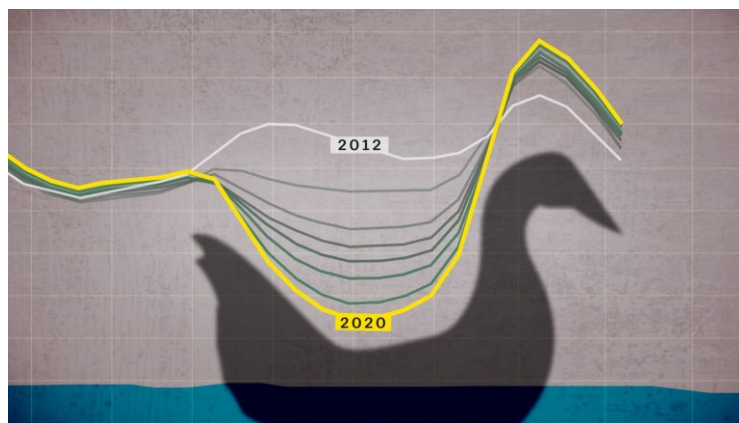
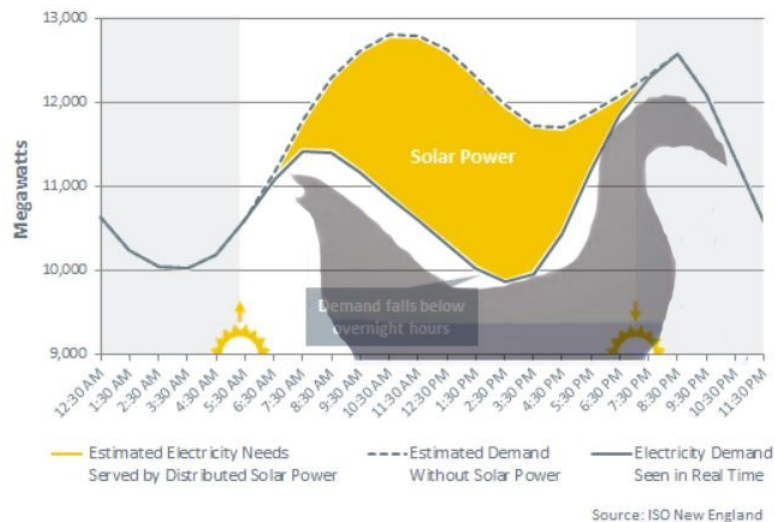




Αλλαγή Μοτίβων Φόρτισης



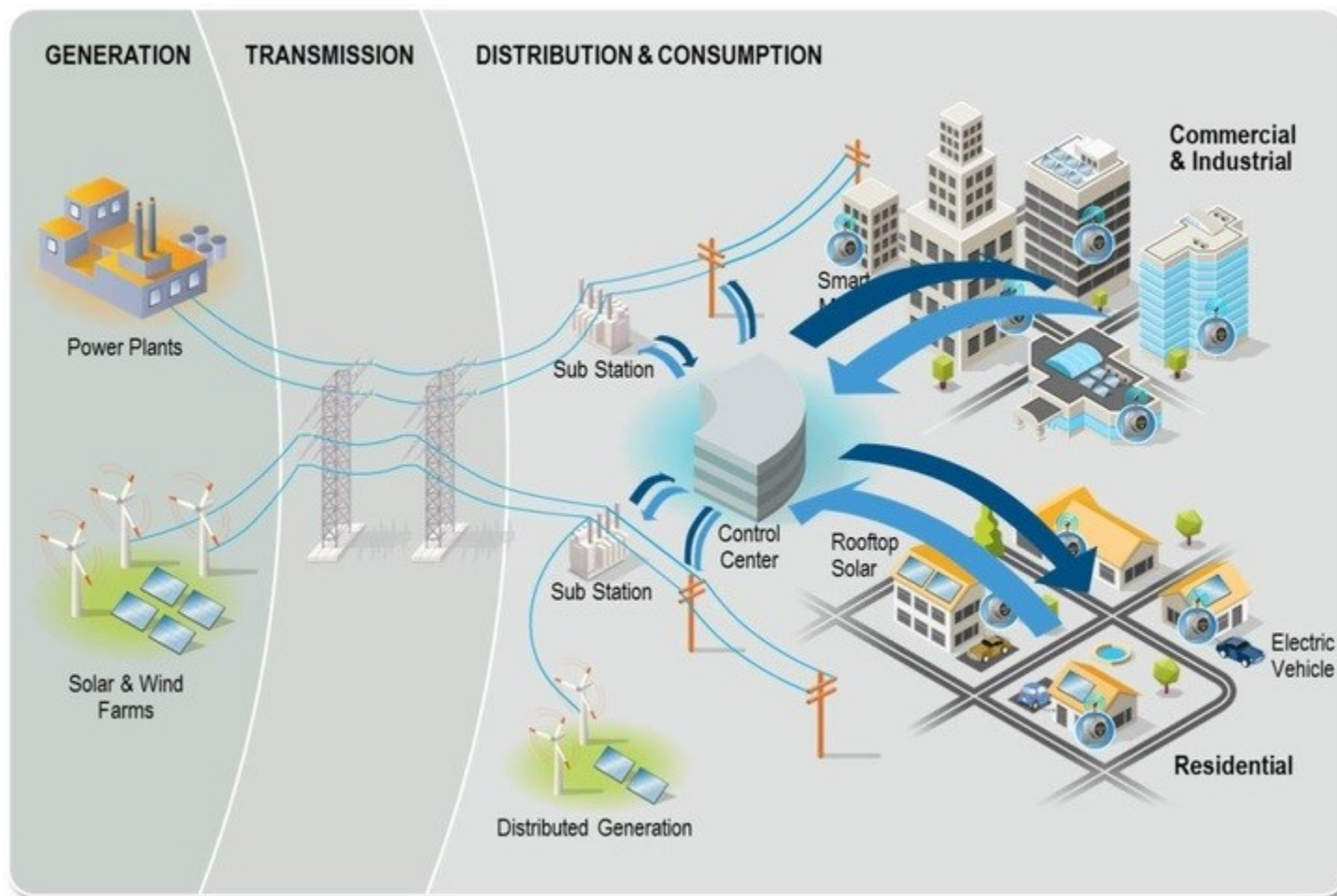
Historic Dip in Midday Demand Follows Record-High Solar Power Output on April 21, 2018
A sunny spring day pushed distributed solar output to an estimated record high of 2,309 MW at 1:30 p.m. and drove down electricity demand on the regional power system. In effect, New England consumers were using more grid electricity while they slept than in the middle of the day. (Data subject to adjustments.)





✓ Σημαντικές τεχνικές προκλήσεις

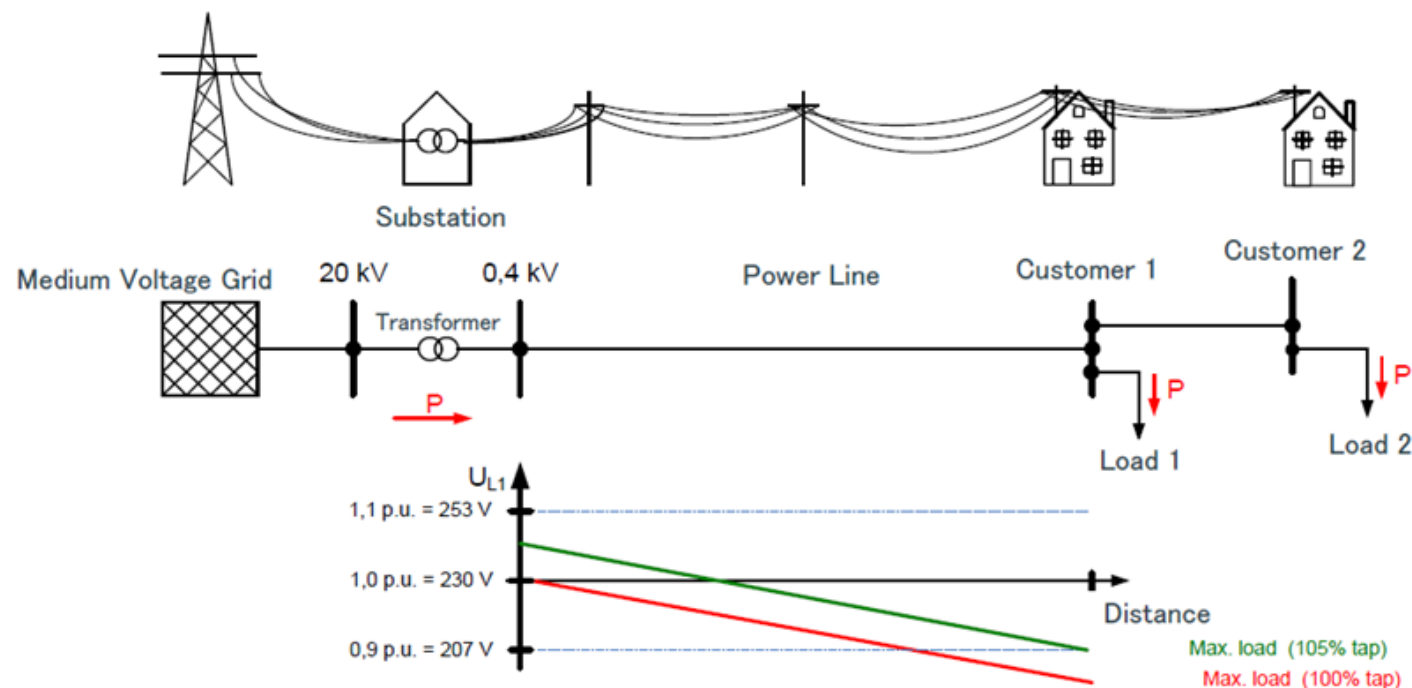
- Αβεβαιότητα σχετικά με την παραγωγή ενέργειας, εξαιτίας της στοχαστικότητας των ΑΠΕ
- Αλλαγή παραδοσιακών μοτίβων φόρτισης
- *Αντιστροφή στη ροή της ισχύος*
- *Αυξομειώσεις τάσης (υπερτάσεις και πτώσεις τάσης)*
- Ζητήματα προστασίας
- Χαμηλή ποιότητα ισχύος





✓ Συμβατικά δίκτυα χαμηλής τάσης:

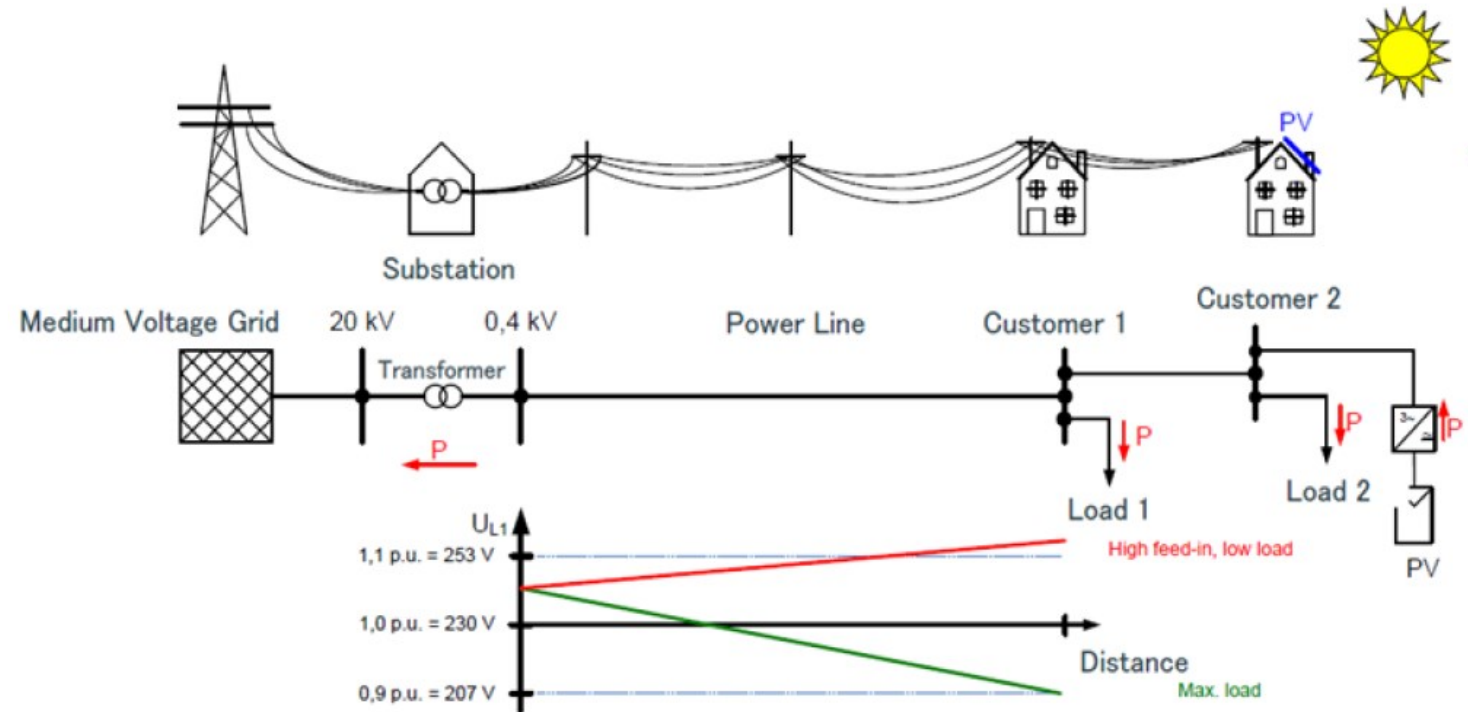
- Σχεδιασμένα για κατάντι ροή ισχύος από το μετασχηματιστή διανομής προς τους καταναλωτές
- Διατήρηση τάσης σε επιτρεπτά επίπεδα (σύμφωνα με το πρότυπο EN50160 $U_N \pm 10\%$)
- Αντιστάθμιση της πτώσης τάσης στη γραμμή
- Ρύθμιση της τάσης του ΜΣ διανομής





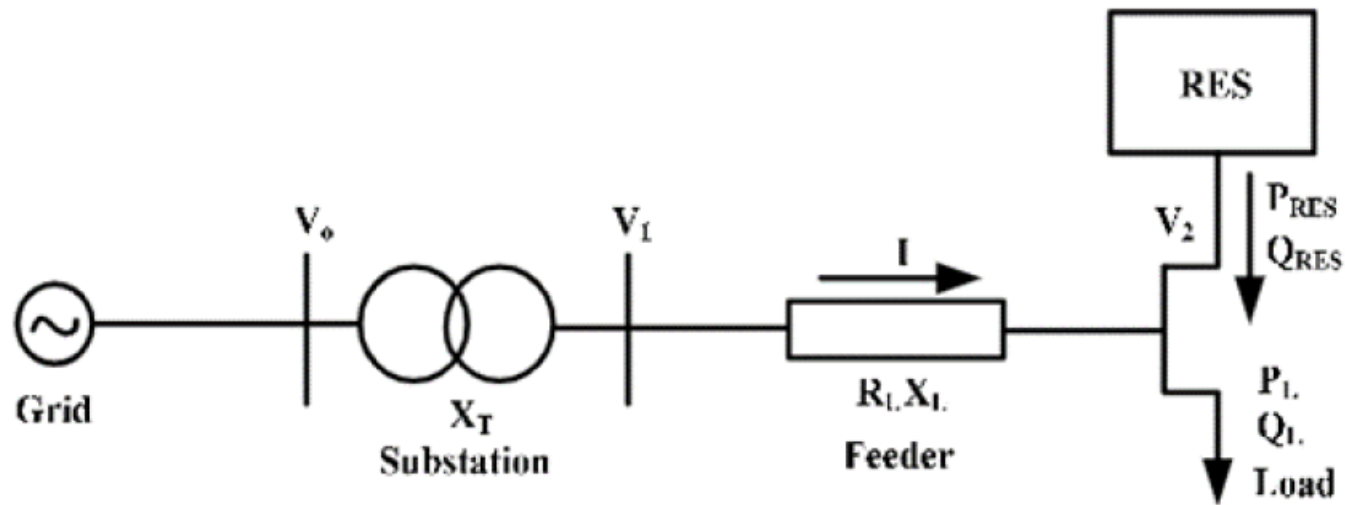
✓ Σε ενεργά δίκτυα:

- Αμφίδρομη ροή ισχύος
- Υπερτάσεις και πιθανή παραβίαση του EN50160
- Πιθανή συμφόρηση (congestion) στις γραμμές διανομής αλλά κυρίως στο ΜΣ διανομής
- Και όλα αυτά σε ένα δίκτυο στο οποίο ο διαχειριστή του συστήματος ... δεν έχει καθόλου εικόνα!!!





- ✓ Σε δίκτυα ΧΤ η παράμετρος X_L μπορεί να θεωρηθεί μηδενική
- ✓ Σε ένα παθητικό ΔΔΗΕ ισχύει ότι $P_G = 0$ και $Q_G = 0 \rightarrow$ η πτώση τάσης είναι πάντα θετική
- ✓ Με αυξανόμενο P_G και θεωρώντας ότι $Q_G = 0$ κάποια στιγμή η πτώση τάσης αλλάζει πρόσημο και γίνεται αρνητική!!



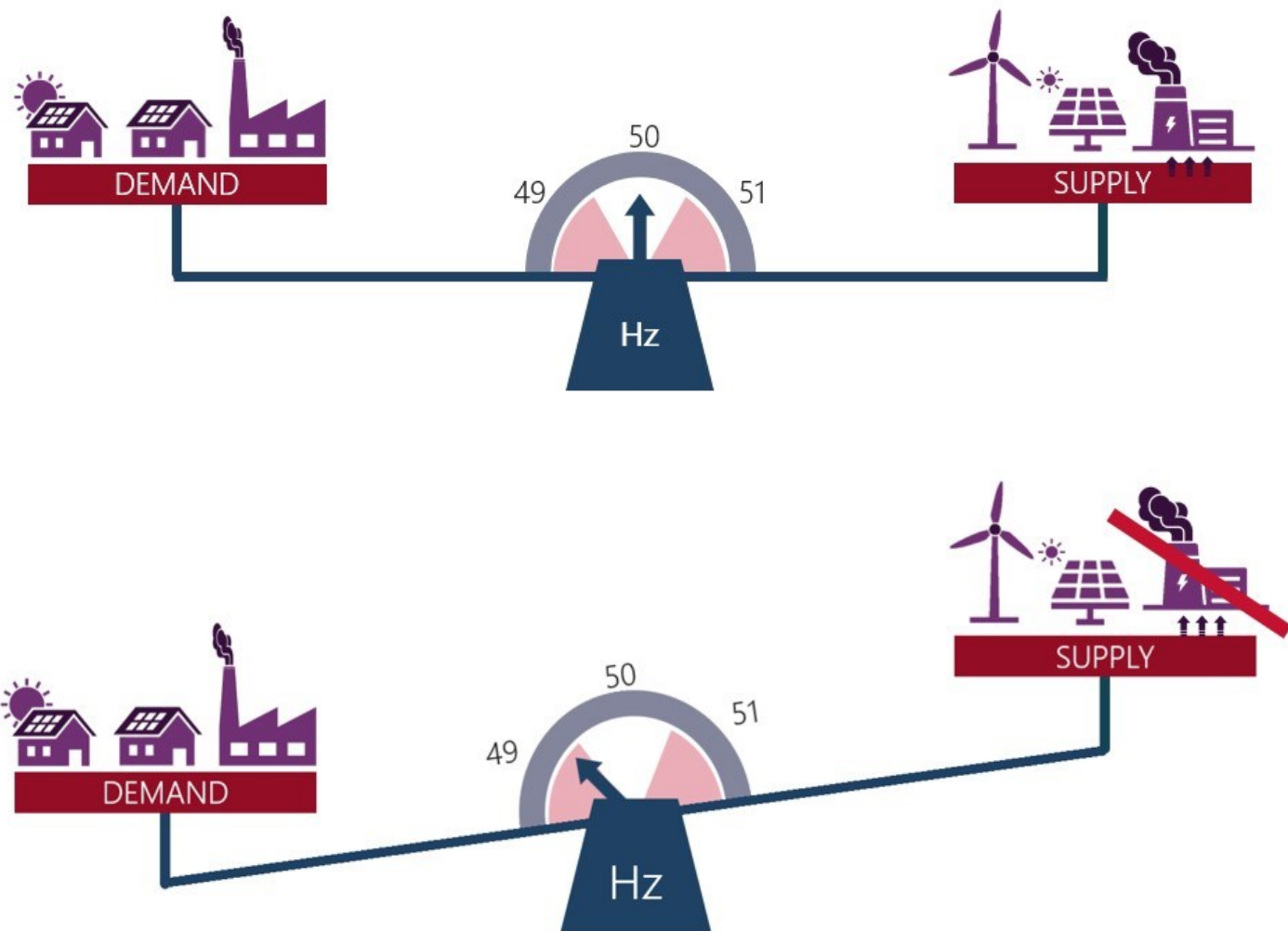
$$\Delta V \approx \frac{R_{LN} (P_L - P_G) + X_{LN} (Q_L - Q_{LN})}{V_2}$$



Χαρακτηριστικά ΣΗΕ



- ✓ Σε ένα ΣΗΕ κάθε χρονική στιγμή η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια πρέπει να είναι ακριβώς ίση με τη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας
- ✓ Αυτό σημαίνει ότι κάθε αυξομείωση στη ζήτηση ενέργειας πρέπει να αντιμετωπίζεται με ισόποση και ταυτόχρονη αυξομείωση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας

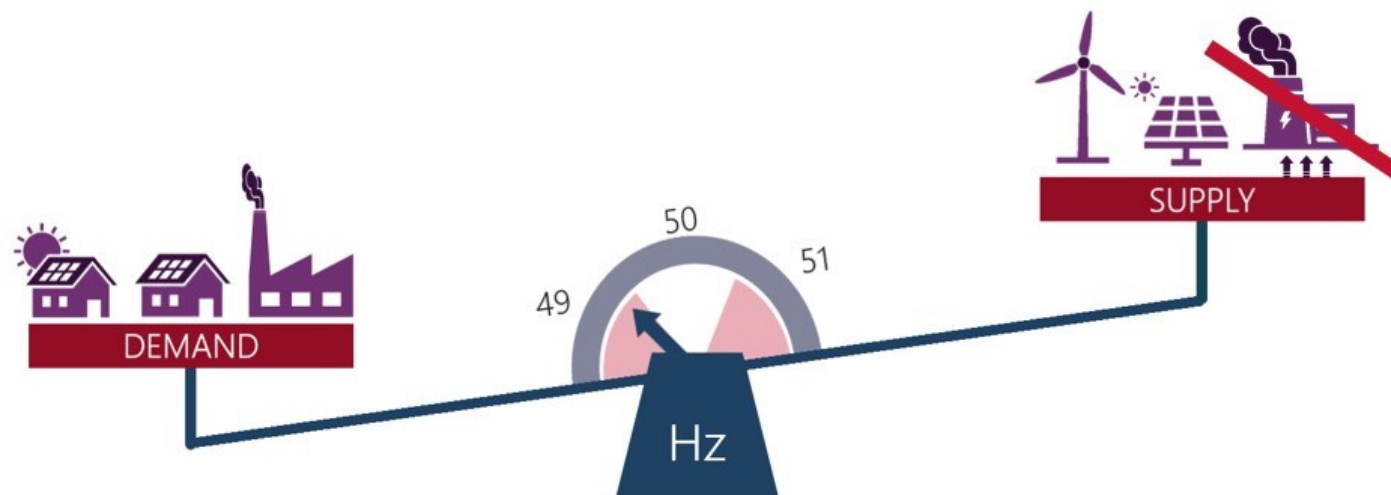
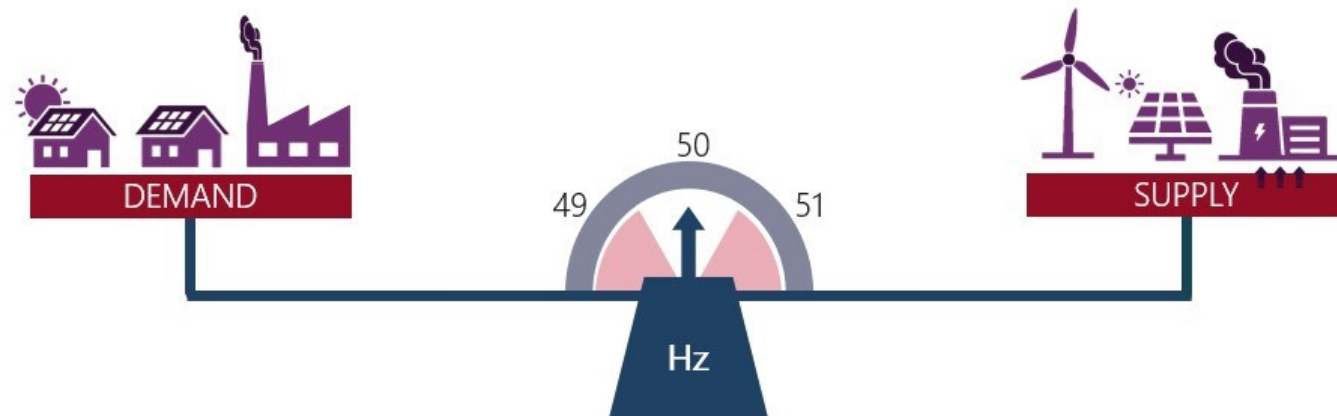




Χαρακτηριστικά ΣΗΕ



- ✓ Σε διαφορετική περίπτωση, μια ανισορροπία μεταξύ της προσφοράς και της ζήτησης θα βλάψει την σταθερότητα του ΣΗΕ
- ✓ Είναι, όμως, εφικτό στην πράξη να έχουμε συνεχώς ισορροπία μεταξύ παραγωγής και κατανάλωσης???





Το ελληνικό ΣΗΕ



	ΜΟΝΑΔΑ	ΙΔΙΟΚΤΗΤΗΣ	ΚΑΘΑΡΗ ΙΣΧΥΣ (MW)
Λιγνιτικές Μονάδες	ΑΓ.ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ I	PPC	274.0
	ΑΓ.ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ II	PPC	274.0
	ΑΓ.ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ III	PPC	283.0
	ΑΓ.ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ IV	PPC	283.0
	ΑΓ.ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ V	PPC	342.0
	ΑΜΥΝΤΑΙΟ I	PPC	273.0
	ΑΜΥΝΤΑΙΟ II	PPC	273.0
	ΜΕΛΙΤΗ	LIG_MELITIS	289.0
	ΚΑΡΔΙΑ I	PPC	271.1
	ΚΑΡΔΙΑ II	PPC	270.8
	ΚΑΡΔΙΑ III	PPC	280.0
	ΚΑΡΔΙΑ IV	PPC	280.0
	ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗ III	LIG_MEGALOPOLIS	255.0
	ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗ IV	LIG_MEGALOPOLIS	256.0
	Σύνολο Λιγνιτικών Μονάδων		3,903.9



Το ελληνικό ΣΗΕ



Μονάδες Φυσικού Αερίου	ΘΗΣ Κομοτηνής	PPC	476.0
	ΑΗΣ Λαυρίου 4	PPC	550.0
	ΘΗΣ ΕΝΘΕΣ	ELPEDISON	400.2
	ELPEDISON ΘΙΣΒΗ	ELPEDISON	410.0
	ΘΗΣ ΗΡΩΝ - 1	HERON	49.0
	ΘΗΣ ΗΡΩΝ - 2	HERON	49.0
	ΘΗΣ ΗΡΩΝ - 3	HERON	49.0
	Υποσύνολο Μονάδων Φυσικού Αερίου με λειτουργία Εναλλακτικού Καυσίμου**		1,983.2
	ΑΗΣ Λαυρίου 5	PPC	378.0
	ΑΛΙΒΕΡΙ IV	PPC	417.0
	ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗ V	PPC	500.0
	ΗΡΩΝ CC	HERON_II_VIOTIAS	422.0
	PROTERGIA CC	MYTILINEOS	432.7
	ΚΟΡΙΝΘΟΣ POWER	KORINTHOS POWER	433.4
	ΣΗΘ Αλουμινίου	MYTILINEOS	334.0
	Σύνολο Μονάδων Φυσικού Αερίου		4,900.3



Το ελληνικό ΣΗΕ



Υδροηλεκτρικές Μονάδες	ΑΓΡΑΣ	PPC	50.0
	ΑΣΩΜΑΤΑ	PPC	108.0
	ΑΩΟΣ	PPC	210.0
	ΕΔΕΣΣΑΙΟΣ	PPC	19.0
	ΘΗΣΑΥΡΟΣ	PPC	384.0
	ΙΛΑΡΙΩΝΑΣ	PPC	153.0
	ΚΑΣΤΡΑΚΙ	PPC	320.0
	ΚΡΕΜΑΣΤΑ	PPC	437.2
	ΛΑΔΩΝΑΣ	PPC	70.0
	ΠΛΑΣΤΗΡΑΣ	PPC	129.9
	ΠΛΑΤΑΝΟΒΡΥΣΗ	PPC	116.0
	ΠΟΛΥΦΥΤΟ	PPC	375.0
	ΠΟΥΡΝΑΡΙ Ι	PPC	300.0
	ΠΟΥΡΝΑΡΙ ΙΙ	PPC	33.6
	ΣΤΡΑΤΟΣ Ι	PPC	150.0
	ΣΦΗΚΙΑ	PPC	315.0
	Σύνολο Υδροηλεκτρικών Μονάδων		3,170.7



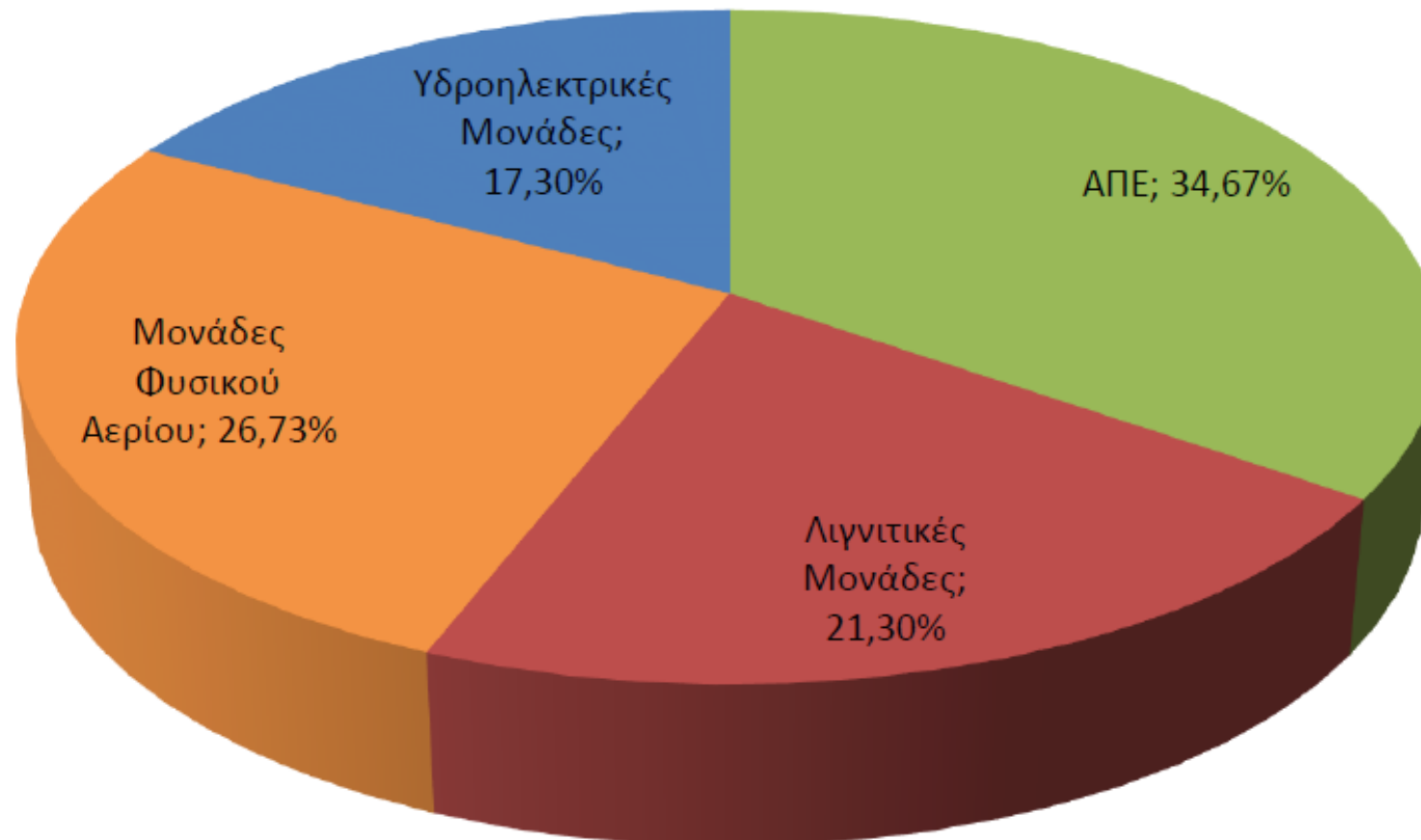
ΑΠΕ***	Αιολικά	RES	3,282.8
	Φ/Β	RES	2,287.9
	Φ/Β στέγες	RES	351.4
	ΜΥΗΣ	RES	240.3
	Βιομάζα	RES	86.9
	ΣΗΘΥΑ	RES	105.5
	Σύνολο Μονάδων ΑΠΕ		6,354.8
	Σύνολο Θερμικών Μονάδων		8,804.2
	Σύνολο ΑΠΕ & Υδροηλεκτρικών Μονάδων		9,525.5
	Σύνολο όλων των Μονάδων		18,329.7



Το ελληνικό ΣΗΕ



- ✓ Ποσοστό (%) στο σύνολο της εγκατεστημένης ισχύος στο διασυνδεδεμένο σύστημα ανά καύσιμο

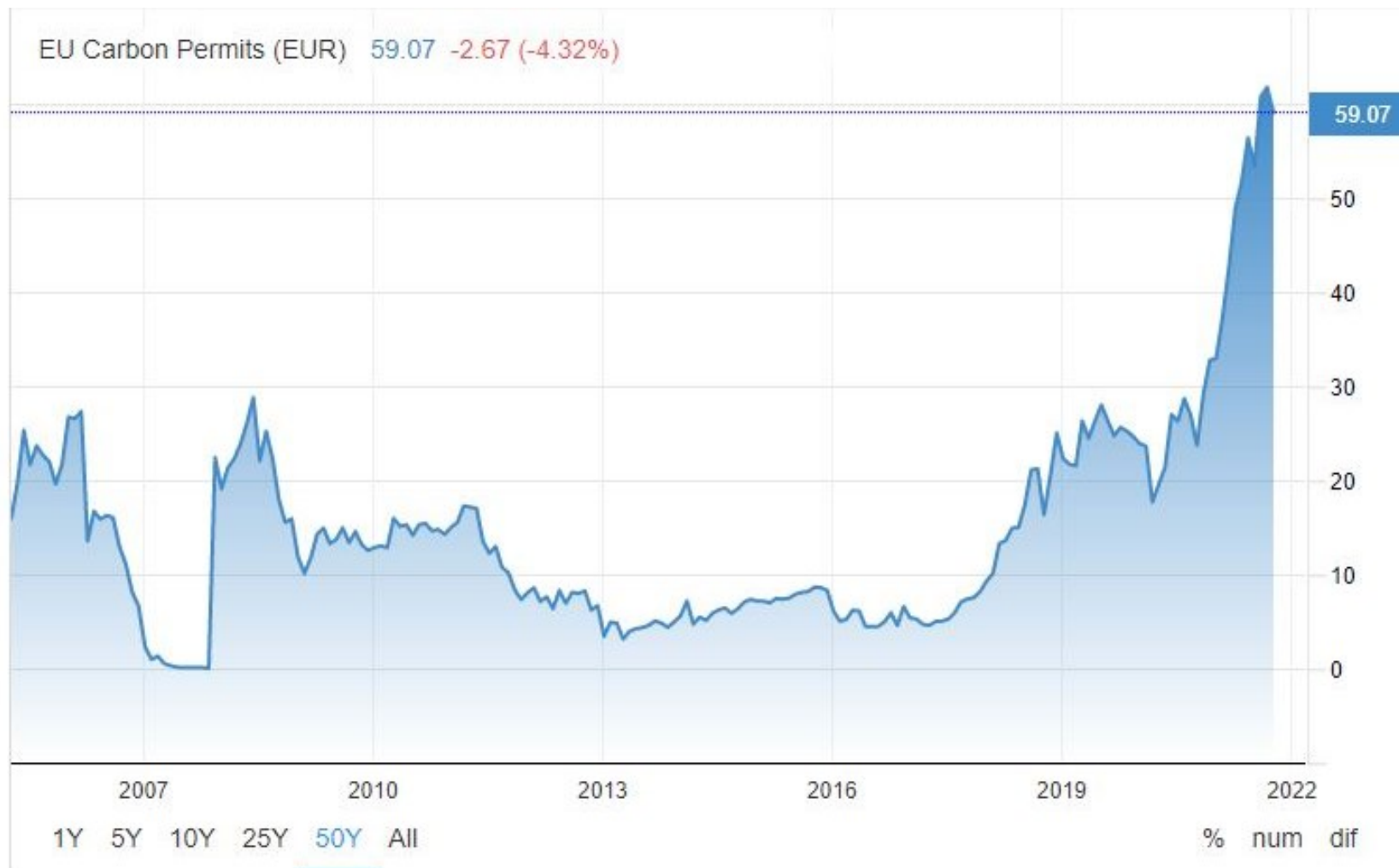




Κόστος Εκπομπών CO₂



- ✓ Διαχρονική εξέλιξη της τιμής των εκπομπών CO₂ (€/tn CO₂)





Κόστος Παραγωγής

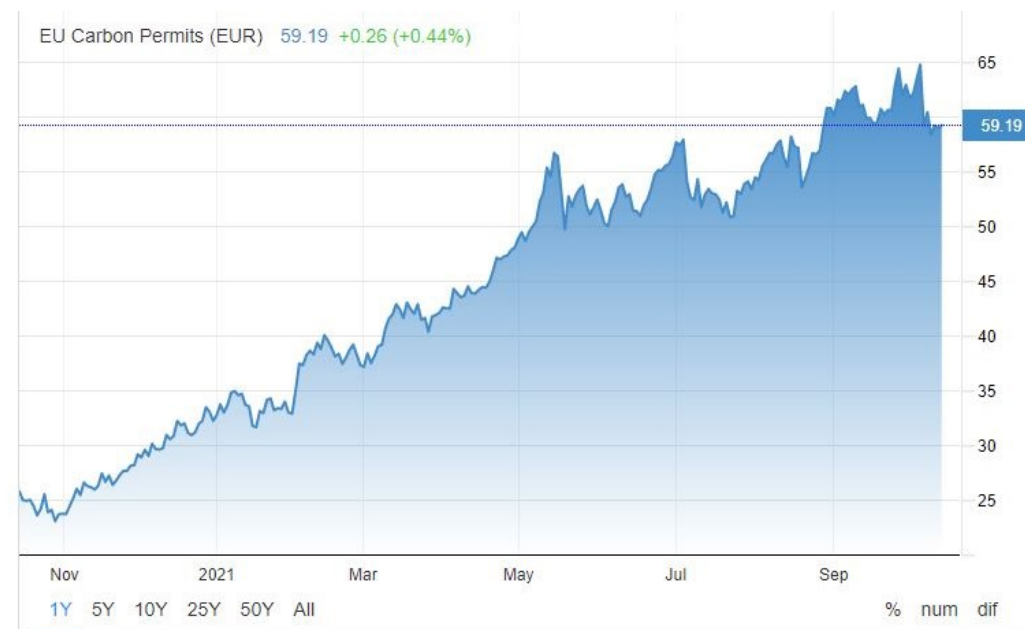


✓ Λιγνιτικές μονάδες

- Κόστος καυσίμου λειτουργίας και συντήρησης: 30 €/MWh
- **Συντελεστής εκπομπών CO₂:**
1,5 tCO₂/MWh
- Συνολικό κόστος παραγωγής: 118.8 €/MWh

✓ Μονάδες Φυσικού αερίου

- Κόστος καυσίμου λειτουργίας και συντήρησης: 25 - 85 €/MWh
- **Συντελεστής εκπομπών CO₂:**
0,375 tCO₂/MWh
- Συνολικό κόστος παραγωγής:
47.2 - 107,2 €/MWh





Μήνας-Έτος	Τιμή ΤΤΦ (€/MWh)
Ιανουάριος 2020	14,286
Φεβρουάριος 2020	11,169
Μάρτιος 2020	9,085
Απρίλιος 2020	8,346
Μάιος 2020	6,658
Ιούνιος 2020	4,786
Ιούλιος 2020	5,321
Αύγουστος 2020	5,309
Σεπτέμβριος 2020	8,190
Οκτώβριος 2020	11,461
Νοέμβριος 2020	14,172
Δεκέμβριος 2020	13,886

Μήνας-Έτος	Τιμή ΤΤΦ (€/MWh)
Ιανουάριος 2021	16,239
Φεβρουάριος 2021	20,320
Μάρτιος 2021	17,591
Απρίλιος 2021	17,420
Μάιος 2021	20,234
Ιούνιος 2021	24,938
Ιούλιος 2021	28,737
Αύγουστος 2021	35,842
Σεπτέμβριος 2021	44,250
Οκτώβριος 2021	63,983



- ✓ Το TTF (Title Transfer Facility ή Ταμείο Μεταφοράς Τίτλων) είναι ένα εικονικό σημείο διαπραγμάτευσης/συναλλαγών φυσικού αερίου στην Ολλανδία
- ✓ Πρόκειται ουσιαστικά για πλατφόρμα στην οποία πραγματοποιούνται χρηματοοικονομικές συναλλαγές φυσικού αερίου
- ✓ Παρέχει τη δυνατότητα σε συμμετέχοντες της χονδρεμπορικής Ολλανδικής αγοράς φυσικού αερίου να εμπορεύονται συμβόλαια/ποσότητες φυσικού αερίου
- ✓ Αποτελεί το εικονικό σημείο συναλλαγών φυσικού αερίου με τη μεγαλύτερη χρήση και ρευστότητα στην Ευρώπη και η τιμή του είναι το πλέον χρησιμοποιούμενο μέγεθος στις ευρωπαϊκές χρηματιστηριακές συναλλαγές της αγοράς φυσικού αερίου
- ✓ Το φυσικό αέριο στο TTF διαπραγματεύεται σε ευρώ ανά μεγαβάτ-ώρα (€/MWh).



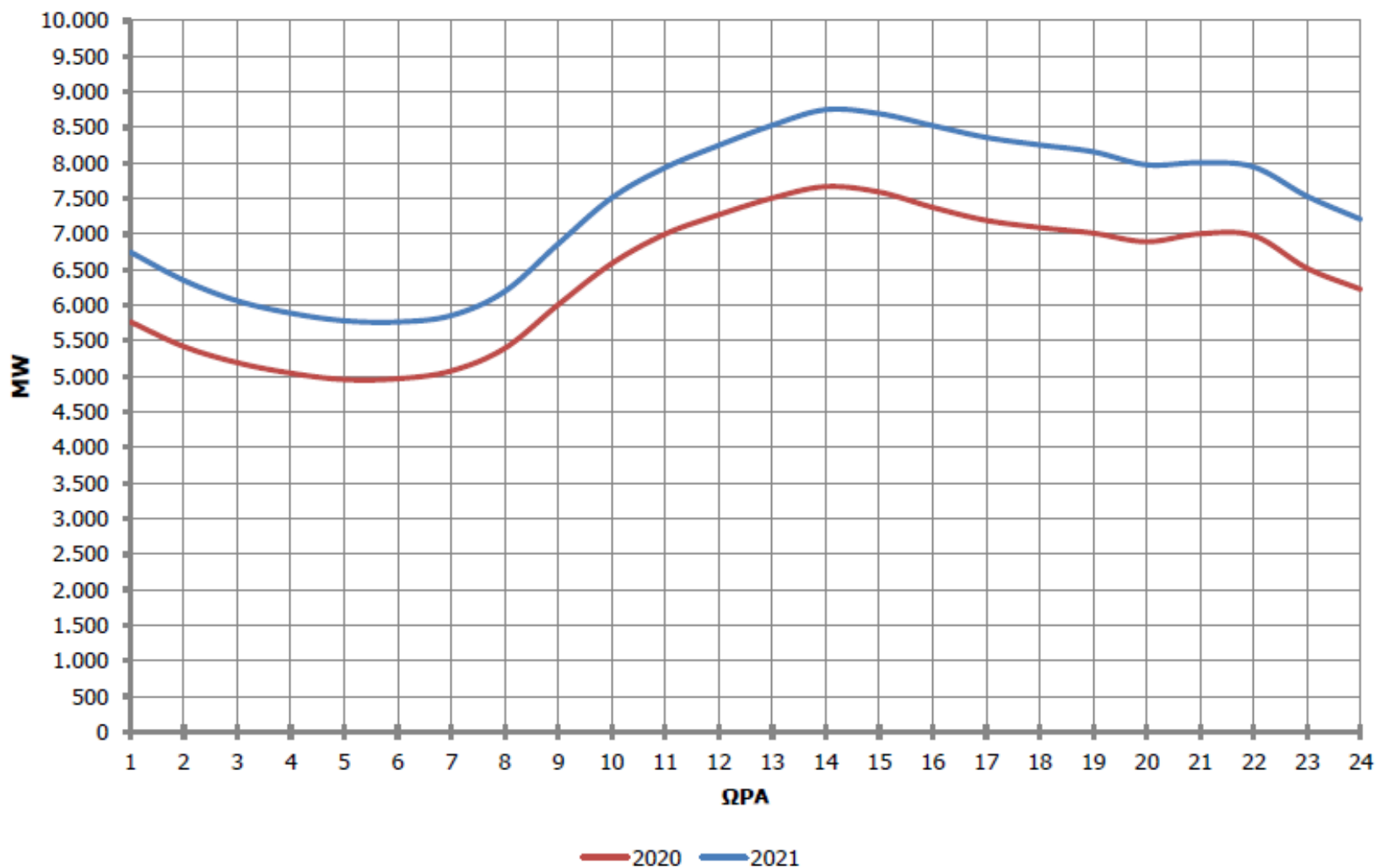
- ✓ Απόσυρση όλων των υφιστάμενων λιγνιτικών μονάδων της ΔΕΗ μέχρι το 2023. Το πλάνο απολιγνιτοποίησης περιλαμβάνει την απόσυρση ρυπογόνων λιγνιτικών μονάδων ισχύος περίπου 3,4 GW έως το 2023. Αναλυτικότερα:
 - Οι Καρδία I και II είναι πρακτικά ούτως ή άλλως εκτός συστήματος λόγω εξάντλησης των ωρών λειτουργίας τους για περιβαλλοντικούς λόγους
 - 2020: Αμύνταιο I και II
 - 2021: Καρδία III και IV
 - 2022: Μεγαλόπολη III, Άγιος Δημήτριος I, II, III, και IV
 - 2023: Μεγαλόπολη IV, Μελίτη I, και Άγιος Δημήτριος V
- ✓ Το 2022 εντάσσεται στο σύστημα η νέα μονάδα Πτολεμαΐδα 5, η οποία θα συνεχίσει να λειτουργεί με λιγνίτη το αργότερο έως το 2028 και στη συνέχεια θα λειτουργήσει με διαφορετικό μείγμα καυσίμου



Το ελληνικό ΣΗΕ



ΜΕΣΗ ΩΡΙΑΙΑ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ ΕΡΓΑΣΙΜΩΝ ΗΜΕΡΩΝ ΤΟΥ ΜΗΝΑ ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ





- ✓ Η μελέτη επάρκειας ισχύος καταδεικνύει ότι για την ασφάλεια τροφοδοσίας της χώρας με ρεύμα, με δεδομένη τη σταδιακή απόσυρση των λιγνιτικών μονάδων, θα χρειαστούν νέοι ηλεκτροπαραγωγικοί σταθμοί φυσικού αερίου συνολικής ισχύος 2.400 MW με 2.800 MW
 - Τρεις μονάδες φυσικού αερίου ισχύος περί τα 800 MW, ή διαφορετικά ο συνδυασμός δύο μονάδων των 800 MW και δύο των 600 MW, ώστε να καλυφθεί η ζήτηση. Ήδη έχει μπει ο θεμέλιος λίθος για την κατασκευή εργοστασίου ηλεκτροπαραγωγής της Μυτιληναίος με καύσιμο φυσικό αέριο (ισχύος 826 MW) στον Άγιο Νικόλαο της Βοιωτίας, το οποίο θα λειτουργήσει στα τέλη του 2021. Την ίδια χρονιά αναμένεται να ξεκινήσει και η Elpedison την κατασκευή νέας μονάδας 826 MW, η οποία προγραμματίζεται να λειτουργήσει το 2023. Παράλληλα, η Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ) έχει εγκρίνει άλλες τρεις άδειες παραγωγής για σταθμούς φυσικού αερίου της ΓΕΚ ΤΕΡΝΑ, της DAMCO ENERGY και του ομίλου Καράτζη
- ✓ Παράλληλα, θα πρέπει να πραγματοποιηθούν **νέες διασυνδέσεις** και να αναπτυχθούν ταχύτατα **νέες μονάδες ΑΠΕ** ώστε να καλυφθεί ο στόχος του 35% στην τελική κατανάλωση ενέργειας που έχει θέσει η κυβέρνηση για το 2030, ο οποίος μεταφράζεται σε 61% με 64% ηλεκτροπαραγωγή από ΑΠΕ

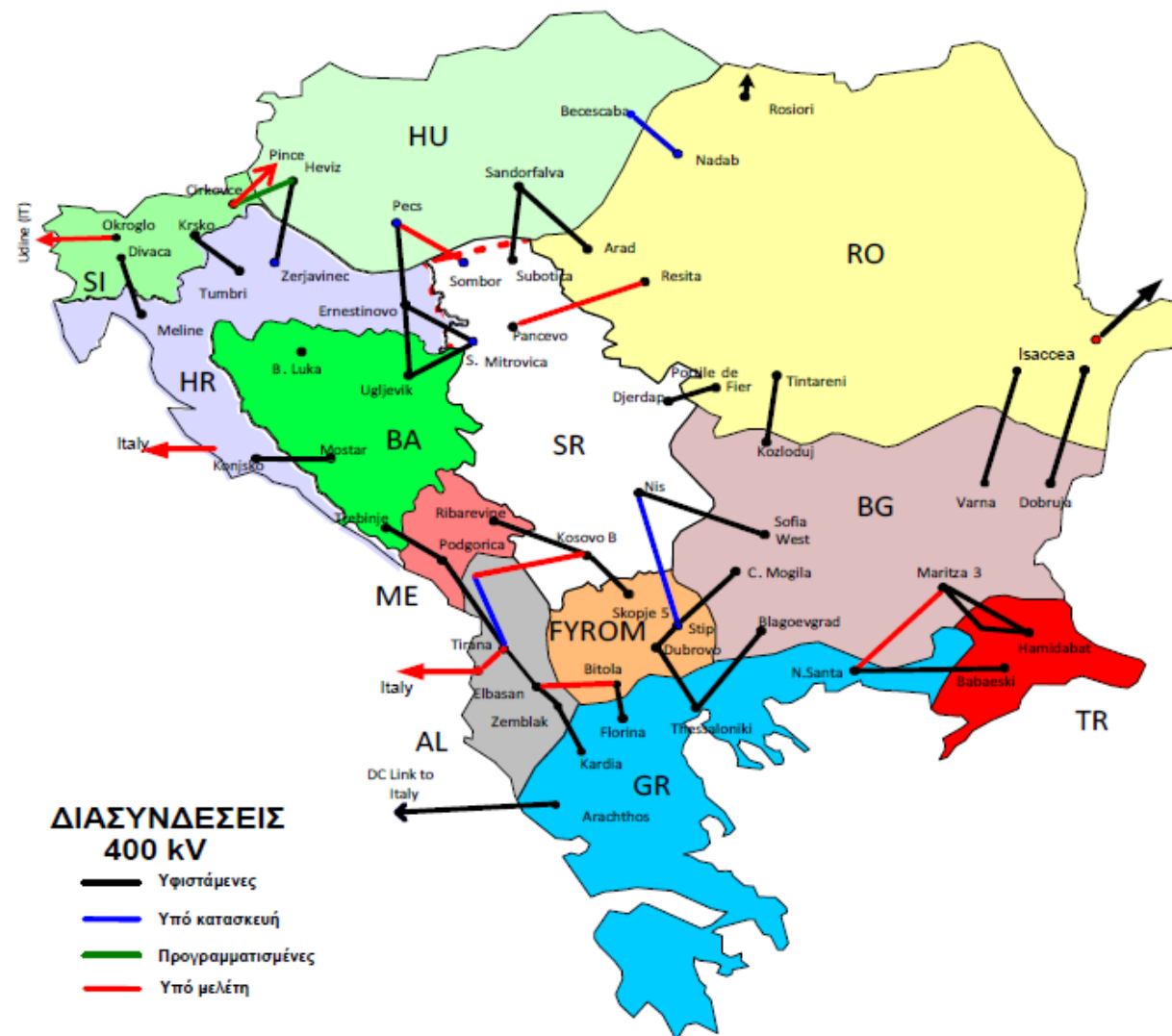


Διασυνδέσεις



✓ Υφιστάμενες διασυνδέσεις με γειτονικές χώρες:

- Ελλάδα – Βόρεια Μακεδονία:
 - Μέσω μιας γραμμής 400 kV ονομαστικής ικανότητας μεταφοράς 1400 MVA, μεταξύ του ΚΥΤ Θεσσαλονίκης και του Υ/Σ Dubrono
 - Μέσω μιας γραμμής 400 kV ονομαστικής ικανότητας μεταφοράς 1400 MVA, μεταξύ του ΚΥΤ Μελίτης και του Υ/Σ Bitola





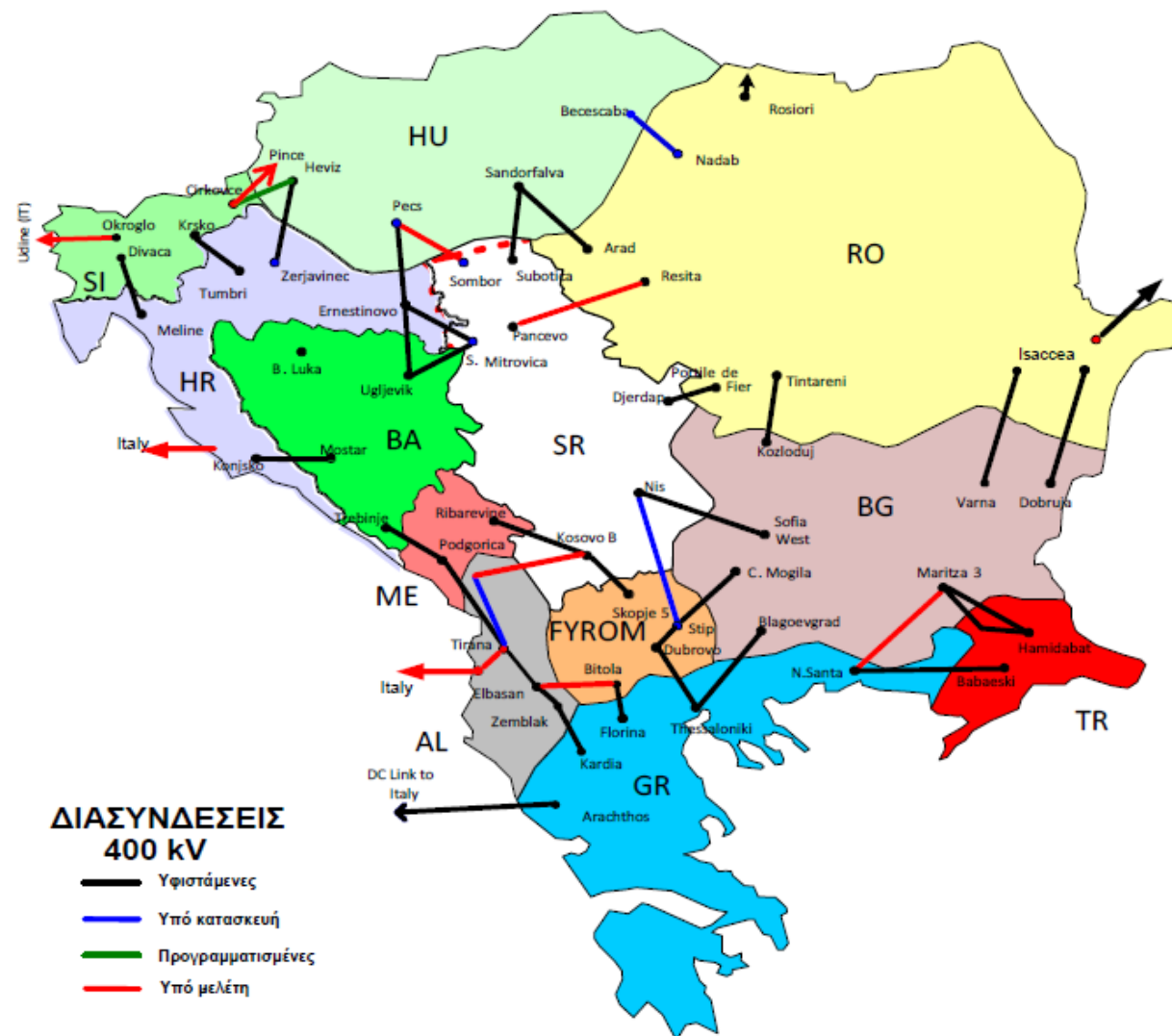
Διασυνδέσεις



✓ Υφιστάμενες διασυνδέσεις με γειτονικές χώρες:

■ Ελλάδα – Αλβανία:

- Μέσω μίας γραμμής 400 kV ονομαστικής ικανότητας μεταφοράς 1400 MVA, μεταξύ του ΚΥΤ Καρδιάς και της Zemblak
- Μέσω μιας γραμμής 150 kV ονομαστικής ικανότητας μεταφοράς 138 MVA μεταξύ του Υ/Σ Μούρτου και του ΥΗΣ Bistrice



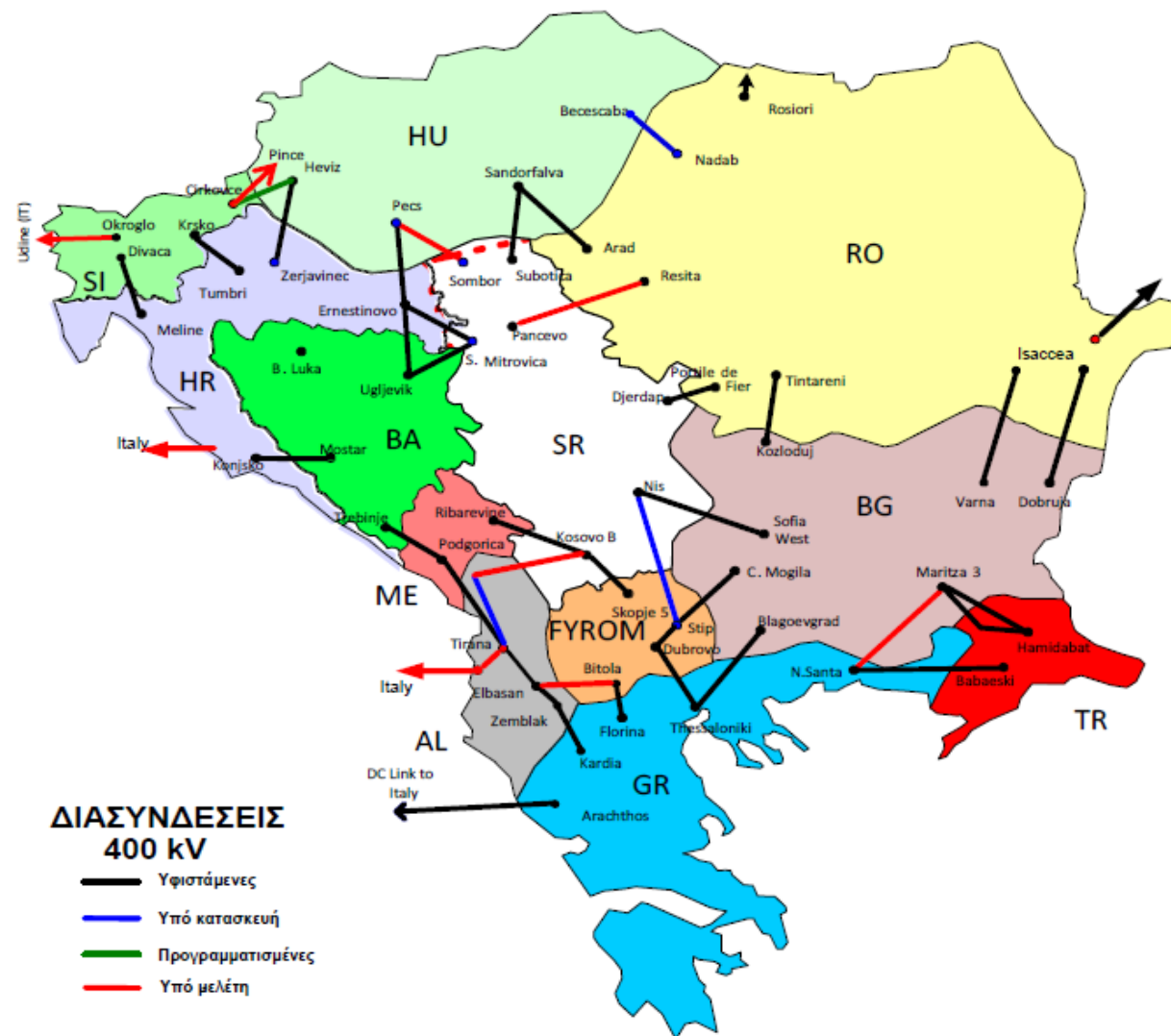


Διασυνδέσεις



✓ Υφιστάμενες διασυνδέσεις με γειτονικές χώρες:

- Ελλάδα – Βουλγαρία:
 - Μέσω μίας γραμμής 400 kV ονομαστικής ικανότητας μεταφοράς 1400 MVA, μεταξύ του ΚΥΤ Θεσσαλονίκης και του Υ/Σ Blagoevgrad





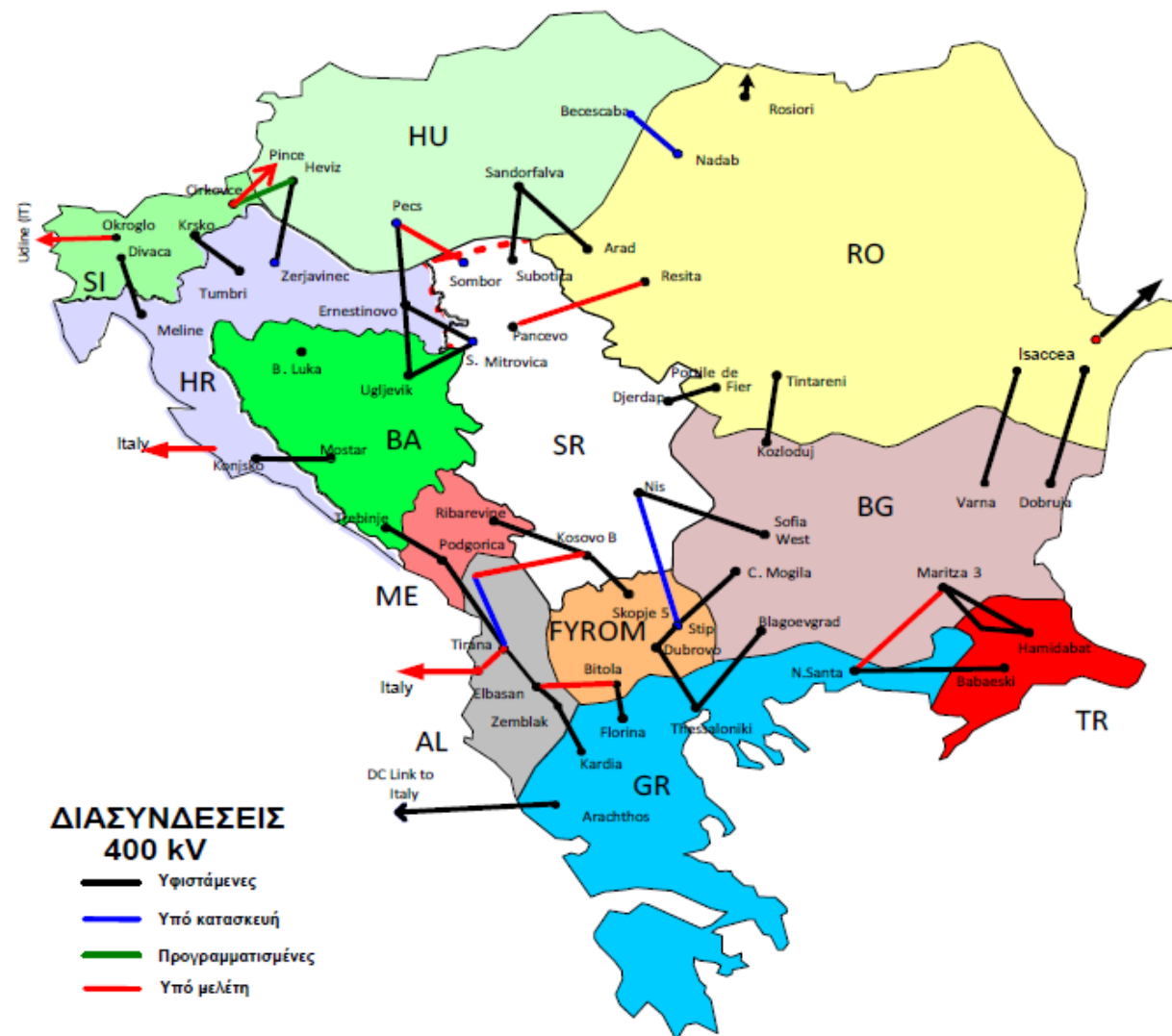
Διασυνδέσεις



✓ Υφιστάμενες διασυνδέσεις με γειτονικές χώρες:

■ Ελλάδα – Τουρκία:

- Μέσω μίας γραμμής 400 kV ονομαστικής ικανότητας μεταφοράς 2000 MVA, μεταξύ του ΚΥΤ Νέας Σάντας και του Υ/Σ Babaeski





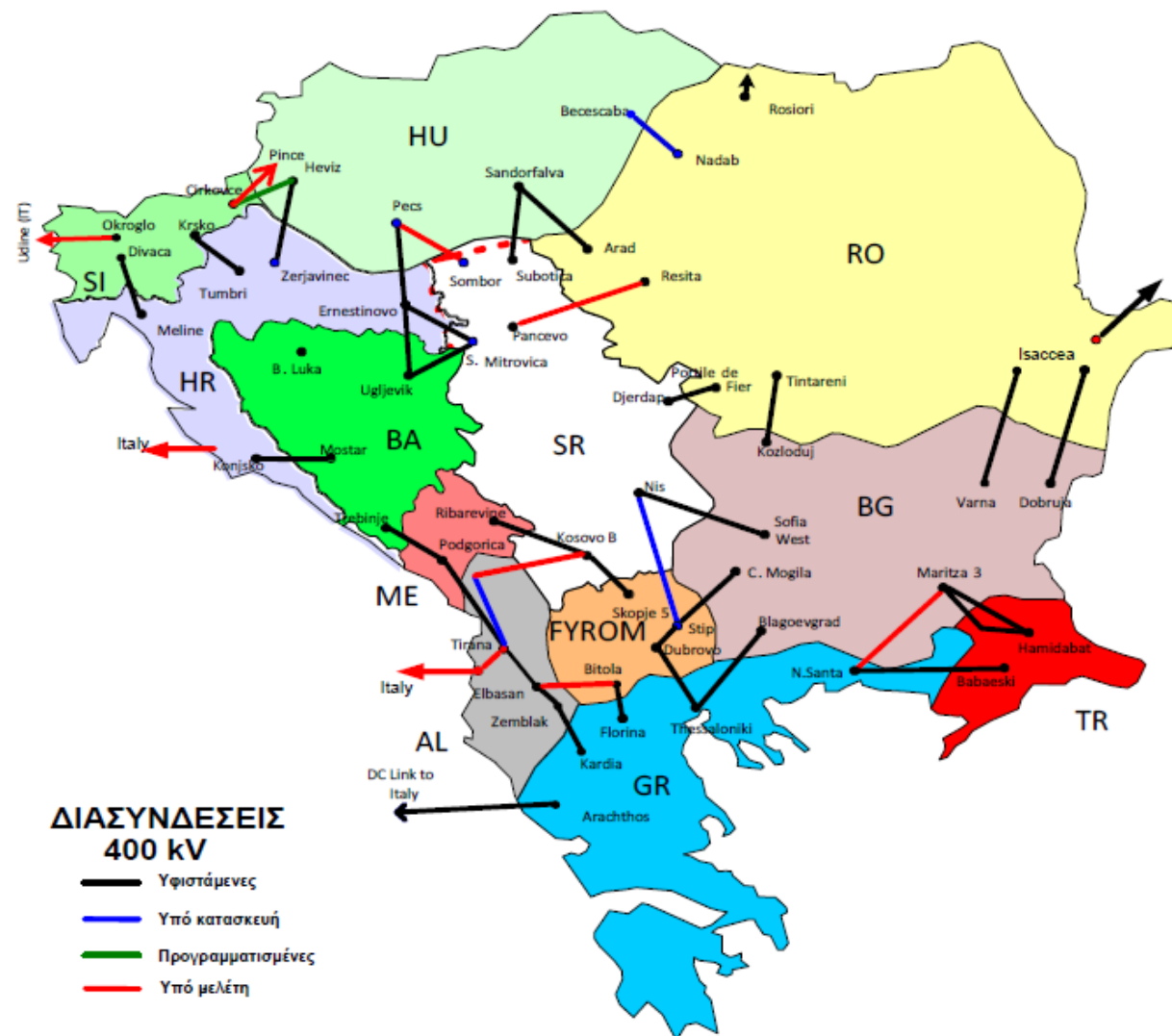
Διασυνδέσεις



✓ Υφιστάμενες διασυνδέσεις με γειτονικές χώρες:

- Ελλάδα – Ιταλία:

- Διασύνδεση συνεχούς ρεύματος (DC) 400 kV, ονομαστικής ικανότητας μεταφοράς 500 MW, μεταξύ του ΚΥΤ Αράχθου και του Υ/Σ Galatina



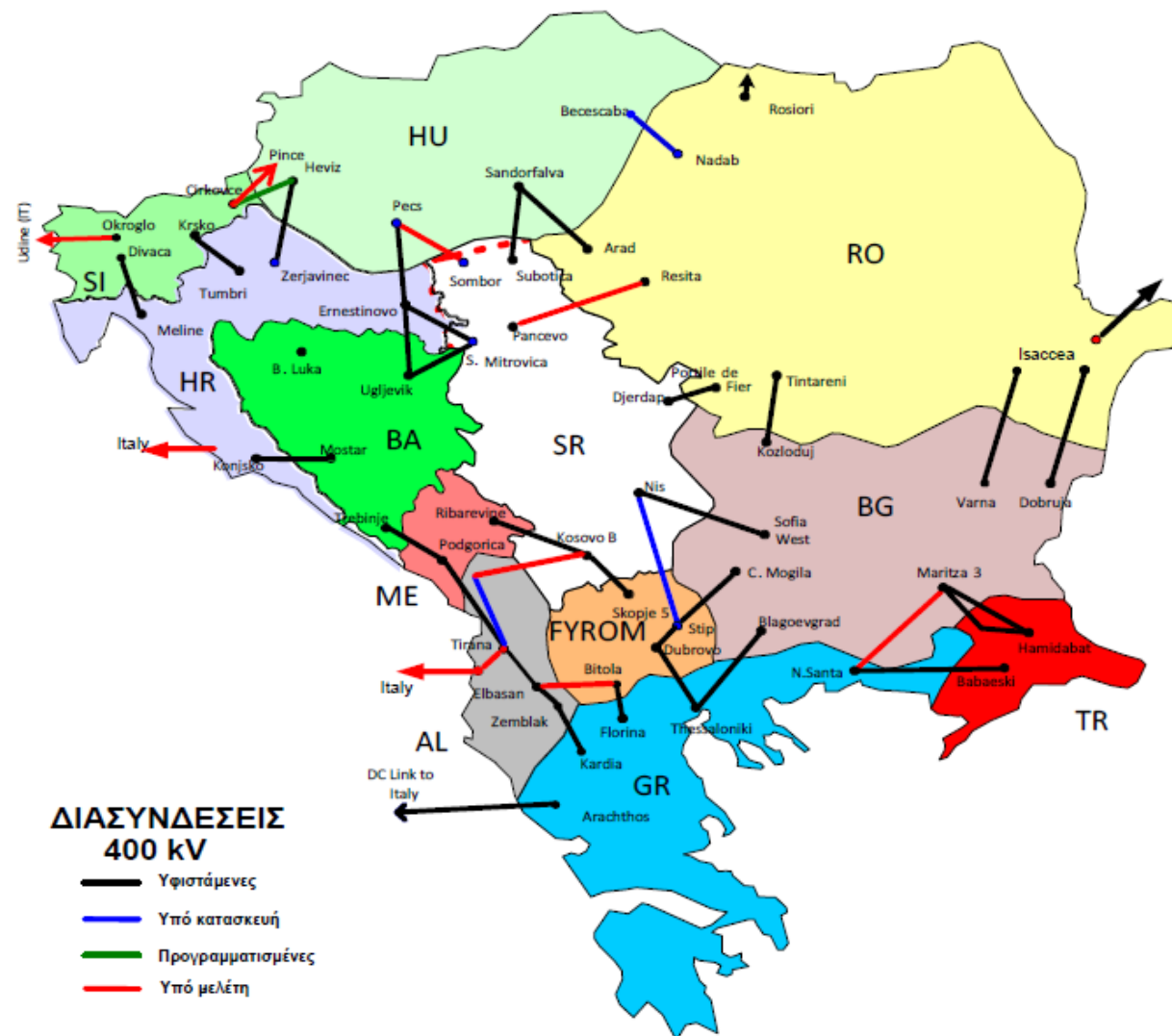


Διασυνδέσεις



✓ Μελλοντικές διασυνδέσεις με γειτονικές χώρες:

- Ελλάδα – Βουλγαρία:
 - Νέα διασύνδεση με εναέρια γραμμή 400 kV, ονομαστικής ικανότητας μεταφοράς 2000 MVA, μεταξύ του ΚΥΤ Ν. Σάντας και του Υ/Σ Maritsa. Προβλέπεται ολοκλήρωση στα μέσα του 2022





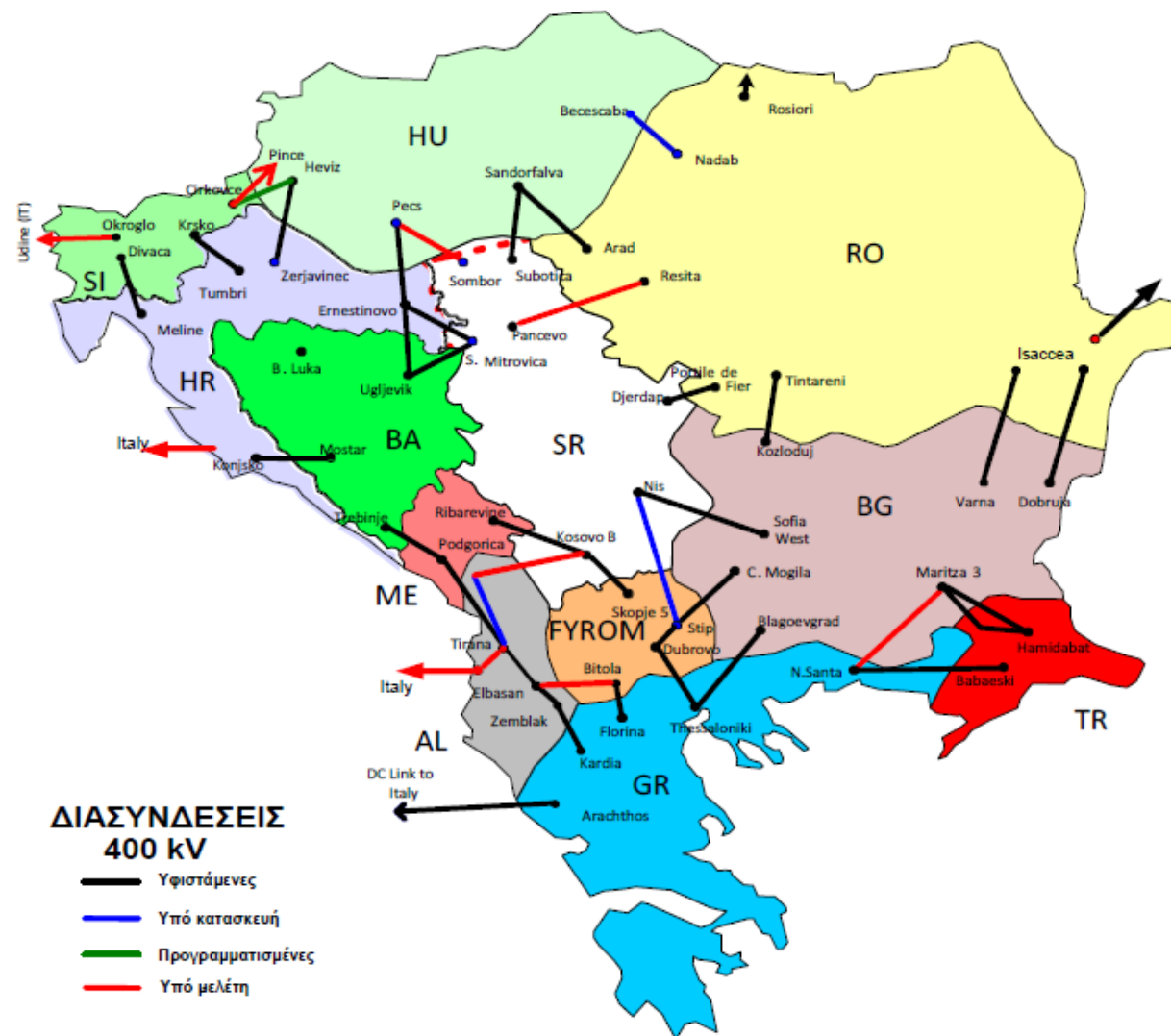
Διασυνδέσεις



✓ Μελλοντικές διασυνδέσεις με γειτονικές χώρες:

■ Ελλάδα – Ιταλία:

- Το επόμενο διάστημα θα εξεταστούν από τον ΑΔΜΗΕ και την ΤΕΡΝΑ οι εναλλακτικές λύσεις για την ανάπτυξη μιας νέας υποθαλάσσιας διασύνδεσης μεταξύ των συστημάτων Ελλάδας και Ιταλίας. Σύμφωνα με τις τρέχουσες εκτιμήσεις η ανάγκη ενίσχυσης (ισχύς νέας διασύνδεσης) κυμαίνεται μεταξύ 500 – 1000 MVA





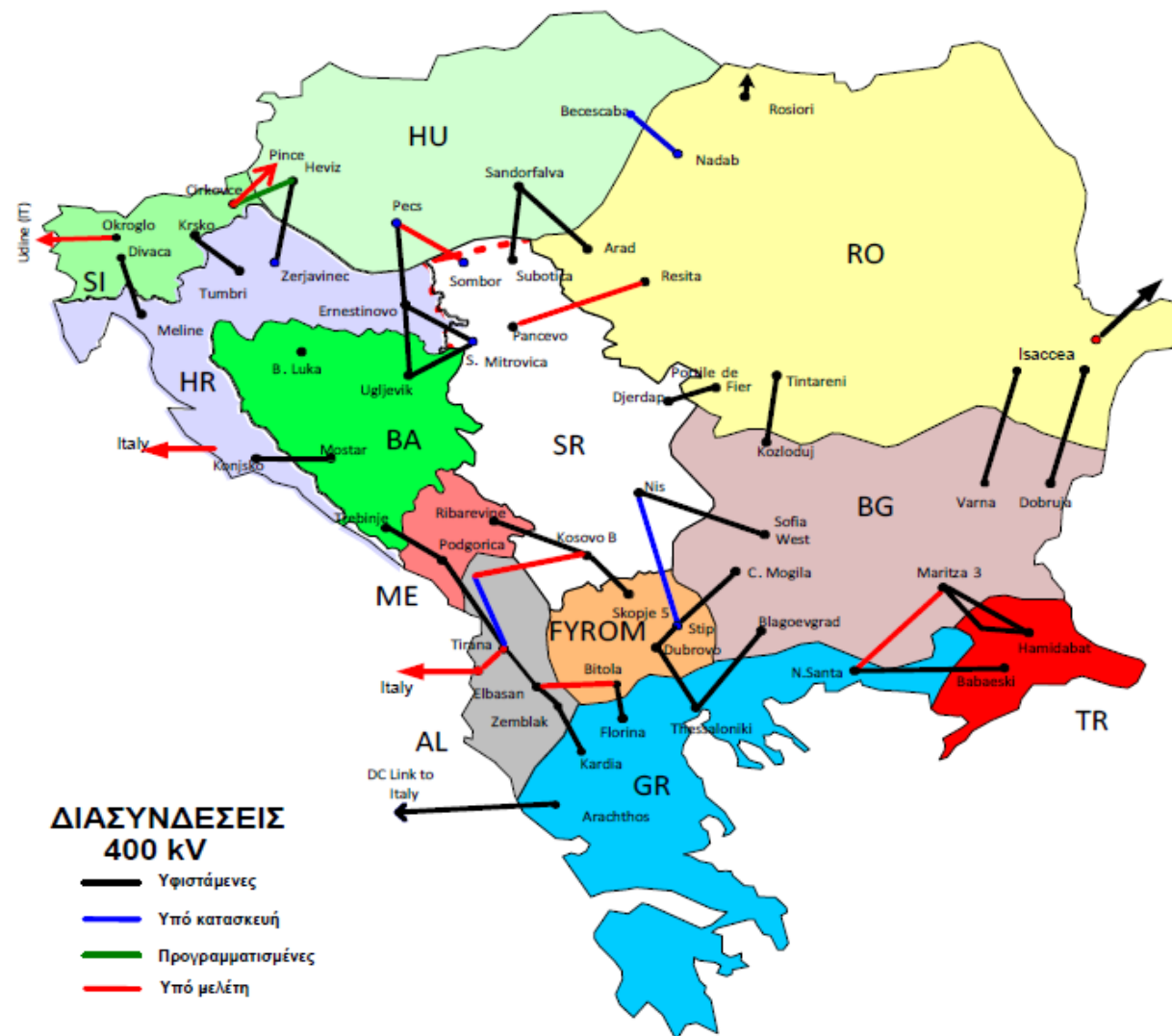
Διασυνδέσεις



✓ Μελλοντικές διασυνδέσεις με γειτονικές χώρες:

■ Ελλάδα – Αλβανία:

- Οι διαχειριστές των δύο χωρών διερευνούν τη σχεδίαση νέας γραμμής διασύνδεσης 400 kV μεταξύ του νοτίου συστήματος μεταφοράς της γειτονικής χώρας και κατάλληλου ΚΥΤ του ελληνικού συστήματος



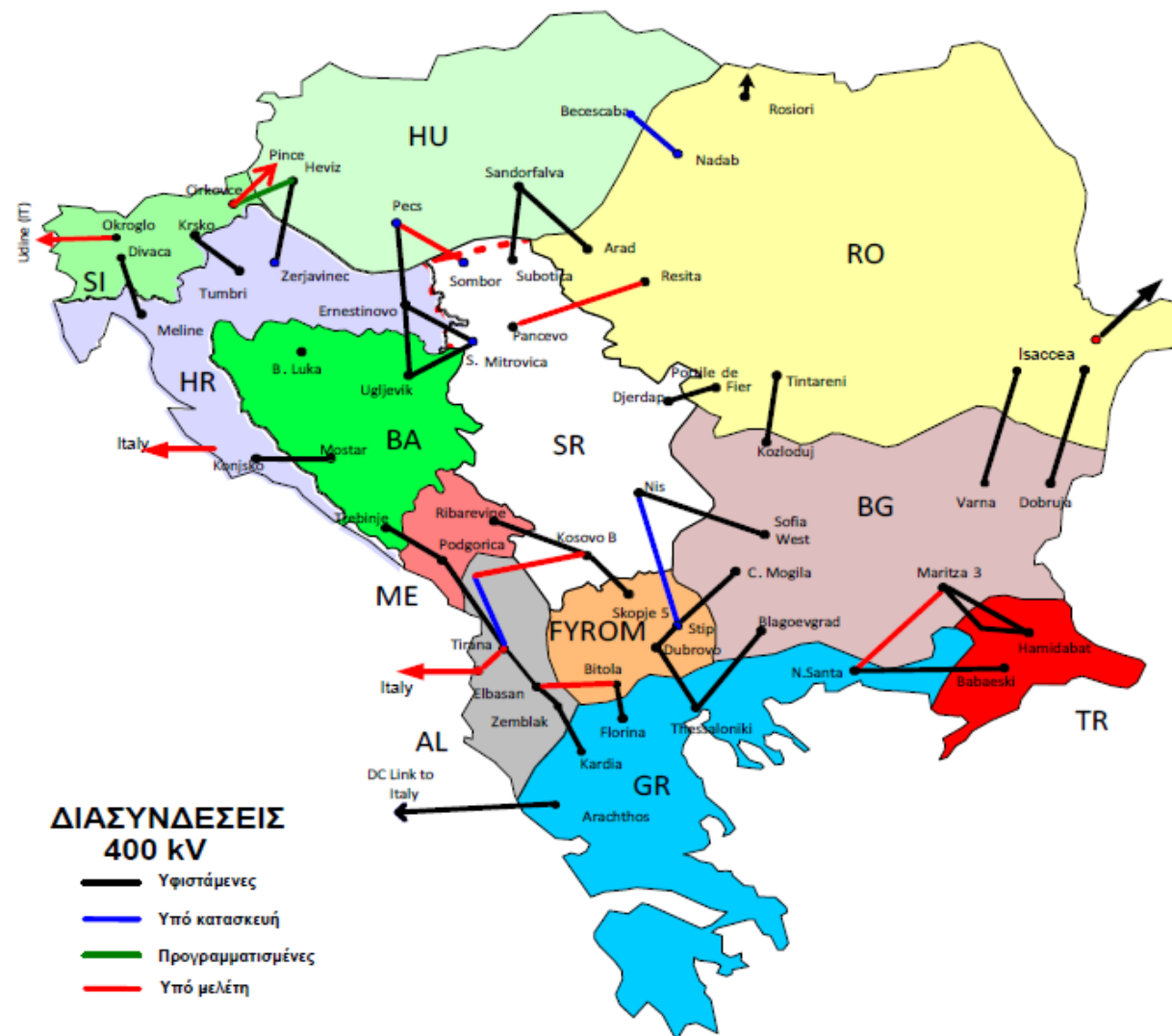


Διασυνδέσεις



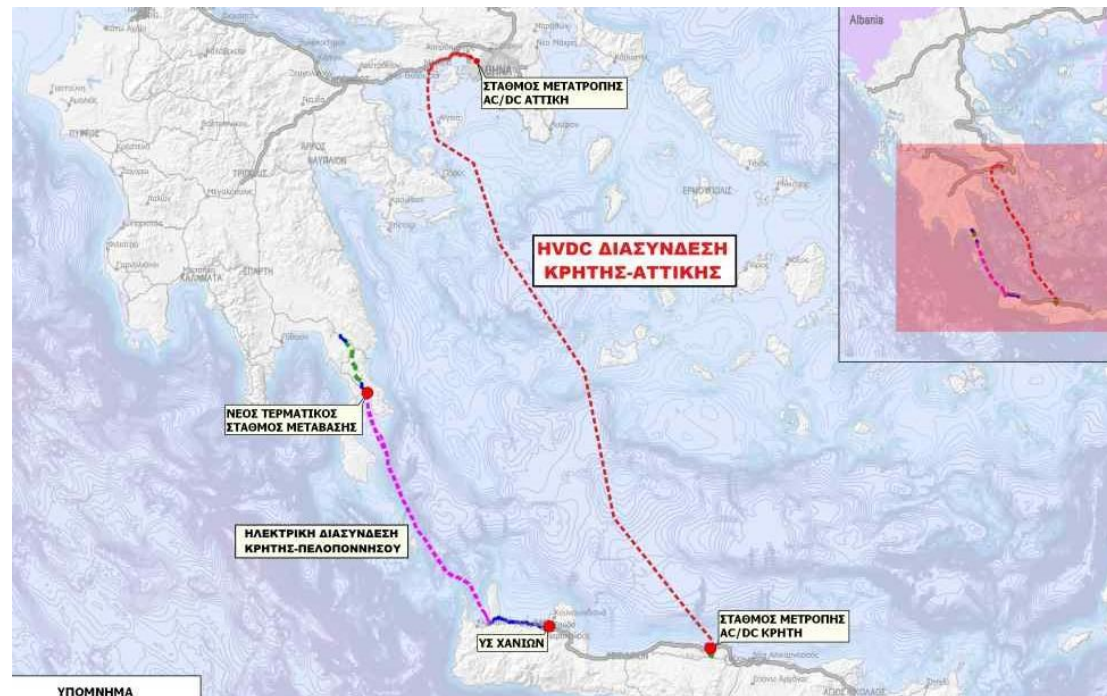
✓ Μελλοντικές διασυνδέσεις με γειτονικές χώρες:

- Ελλάδα – Βόρεια Μακεδονία:
 - Οι διαχειριστές μελετούν σενάρια αναβάθμισης των υφιστάμενων διασυνδέσεων 400 kV μεταξύ των χωρών





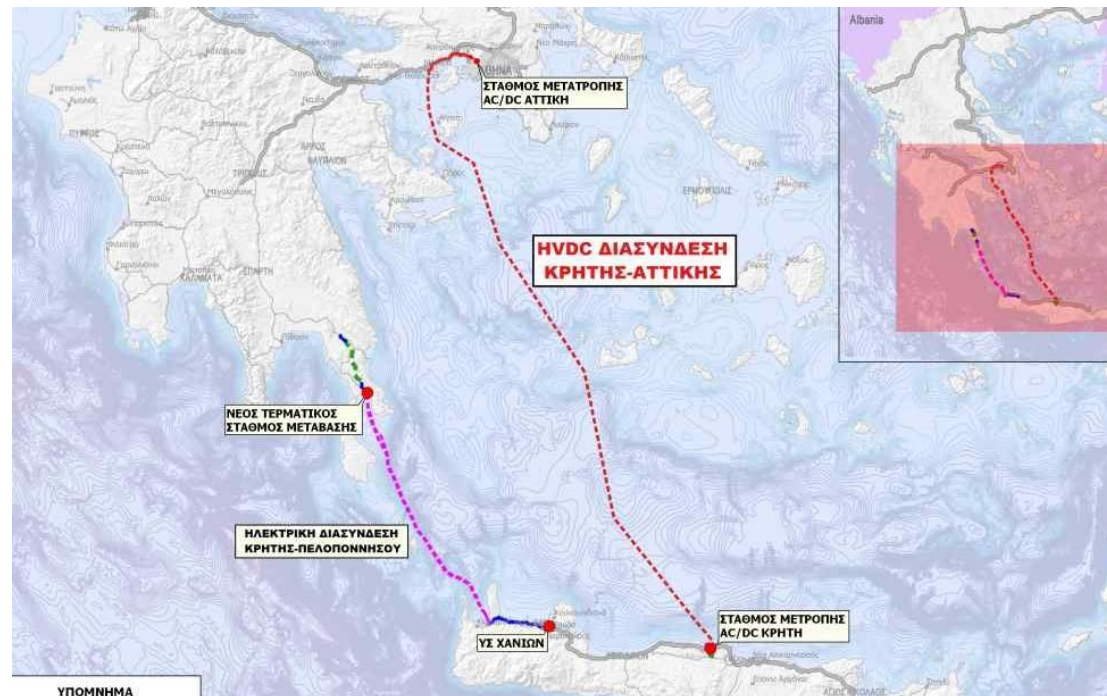
- ✓ Μικρή διασύνδεση (Πελοπόννησος - Κρήτη):
 - Η διασύνδεση των ρεκόρ!!
 - Πρόκειται για τη **μεγαλύτερη σε μήκος καλωδιακή διασύνδεση εναλλασσόμενου ρεύματος παγκοσμίως** (174 χλμ.)
 - Το μέγιστο βάθος πόντισης (1.000 μέτρα) την τοποθετεί στην κορυφή των πλέον απαιτητικών τεχνικά έργων ηλεκτρικής διασύνδεσης διεθνώς





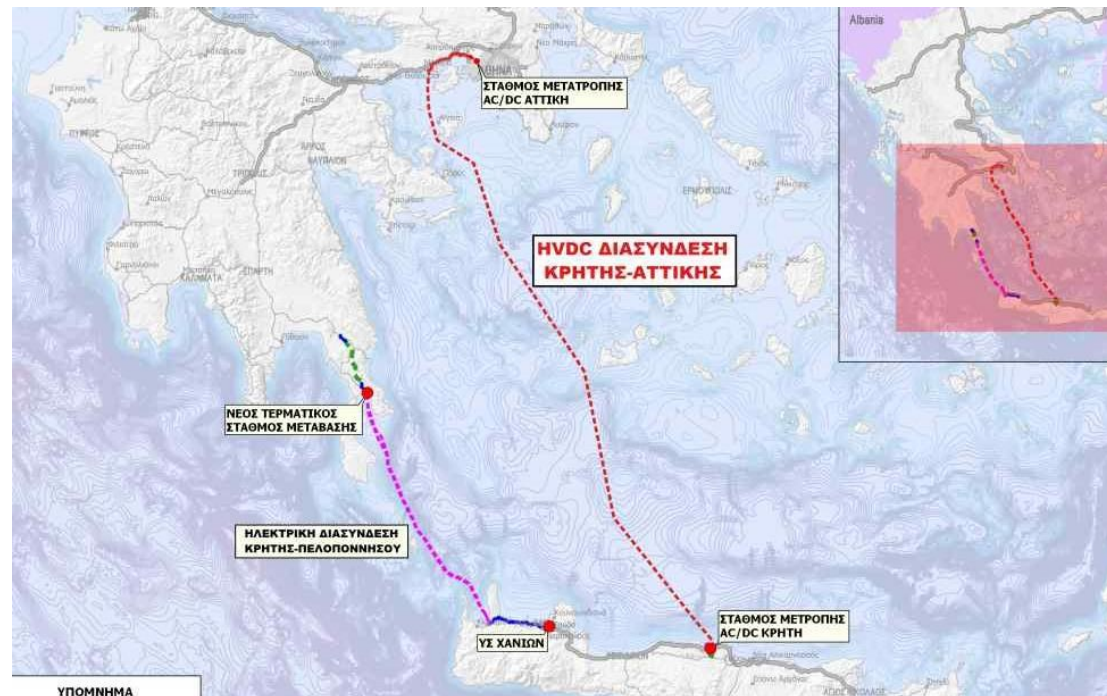
✓ Μικρή διασύνδεση (Πελοπόννησος - Κρήτη):

- Έχει ήδη ολοκληρωθεί
- Συνολικό κόστος 397 εκ. €
- Ονομαστική τάση 150 kV
- Ονομαστική μεταφορική ικανότητα 2 x 200 MVA
- Θα καλύψει περίπου το 1/3 των ενεργειακών αναγκών της Κρήτης, υποκαθιστώντας την παραγωγή των παλαιότερων τοπικών μονάδων που είναι και οι πλέον ακριβές και ρυπογόνες



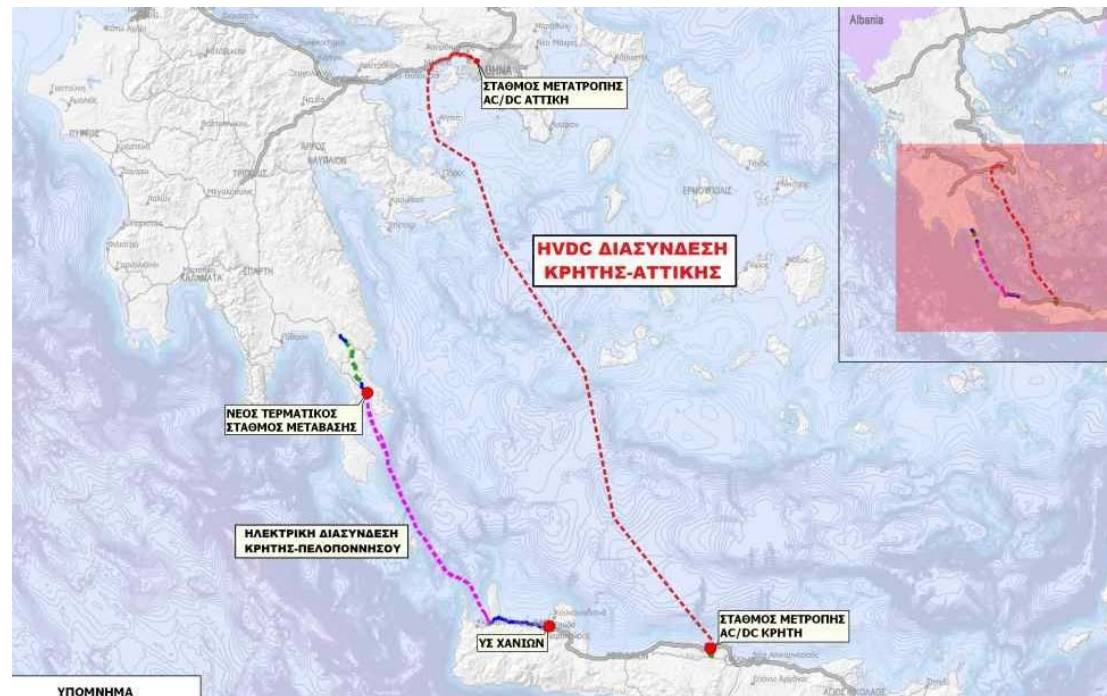


- ✓ Μεγάλη διασύνδεση (Αττική - Κρήτη):
 - Έχει ήδη ξεκινήσει η κατασκευή των καλωδίων και του εξοπλισμού για την διασύνδεση Ηράκλειο – Αττική
 - Αναμένεται να ολοκληρωθεί μέχρι το 2023
 - DC 500 kV
 - Ονομαστική ικανότητα μεταφοράς 2 x 500 MVA





- ✓ Μεγάλη διασύνδεση (Αττική - Κρήτη):
 - Όταν θα έχει ολοκληρωθεί και η διασύνδεση με την Αττική, οι εκπομπές CO₂ για την ηλεκτροδότηση της Κρήτης θα μηδενιστούν, βελτιώνοντας θεαματικά το περιβαλλοντικό αποτύπωμα του νησιού
 - Από την απόσυρση των συμβατικών ρυπογόνων μονάδων στην Κρήτη, **όλοι οι καταναλωτές της χώρας θα εξοικονομήσουν έως και 400 εκατ. € ετησίως** από τους λογαριασμούς ρεύματος μέσω των ΥΚΩ





Κόστος Ηλεκτροπαραγωγής στα ΜΔΝ



ΠΙΝΑΚΑΣ 9		Β. Συγκεντρωτικά Στοιχεία Ηλεκτροπαραγωγής στα ΜΔΝ – Μάρτιος 2021					
ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΔΝ	ΕΓΚΑΤ. ΙΣΧΥΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ 2020 (MW)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΕΤΗΣΙΑ ΑΙΧΜΗ ΖΗΤΗΣΗΣ 2020 (MW)*	ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΜΟΝΑΔΩΝ ΑΠΕ (MWh)***	ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ (MWh)	ΜΠΚΠ_ΜΔΝ (€/MWh)	ΜΜΚ_ΜΔΝ (€/MWh)	ΠΟΣΟΣΤΟ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗΣ ΑΠΕ ΣΤΗΝ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗ
ΚΡΗΤΗ	819,42	605,10	53.418,46	167.066,71	181,69	150,14	24,23%
ΡΟΔΟΣ	326,96	155,80	8.909,58	36.586,71	235,27	112,43	19,58%
ΛΕΣΒΟΣ	102,60	63,19	4.531,68	21.391,32	143,31	104,49	17,48%
ΚΩΣ-ΚΑΛΥΜΝΟΣ	138,74	74,00	5.222,39	17.612,05	161,41	98,81	22,87%
ΛΗΜΝΟΣ	26,15	12,90	766,27	4.408,52	186,46	113,50	14,81%
ΜΗΛΟΣ	22,98	11,77	608,61	3.363,06	163,57	94,65	15,32%
ΧΙΟΣ	77,78	43,00	2.996,35	15.371,10	150,14	100,85	16,31%
ΣΑΜΟΣ	49,63	27,80	2.742,88	8.551,48	203,69	109,70	24,29%
ΚΑΡΠΑΘΟΣ	19,05	7,51	603,91	2.114,32	234,60	117,96	22,22%



Κόστος Ηλεκτροπαραγωγής στα ΜΔΝ



ΠΙΝΑΚΑΣ 10

Στοιχεία Ηλεκτροπαραγωγής στα Υπόλοιπα ΜΔΝ – Μάρτιος 2021

ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΔΝ	ΕΓΚΑΤ. ΙΣΧΥΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ 2020 (MW)	ΜΕΓΙΣΤΗ* ΕΤΗΣΙΑ ΑΙΧΜΗ ΖΗΤΗΣΗΣ 2020 (MW)	ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΜΟΝΑΔΩΝ ΑΠΕ (MWh)**	ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ (MWh)	ΜΠΚΠ_ΜΔΝ (€/MWh)	ΜΜΚ_ΜΔΝ (€/MWh)	ΠΟΣΟΣΤΟ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗΣ ΑΠΕ ΣΤΗΝ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗ
ΑΓΙΟΣ ΕΥΣΤΡΑΤΙΟΣ	0,84	0,31	0,00	94,30	486,34	243,18	0,00%
ΑΓΑΘΟΝΗΣΙ	0,64	0,22	0,00	78,34	723,80	260,37	0,00%
ΑΜΟΡΓΟΣ	6,20	2,71	38,82	776,60	436,80	213,68	4,76%
ΑΝΑΦΗ	1,15	0,55	0,00	84,98	612,66	248,06	0,00%
ΑΝΤΙΚΥΘΗΡΑ	0,41	0,09	0,00	28,21	1.343,68	238,19	0,00%
ΑΡΚΙΟΙ	0,41	0,14	0,00	26,52	1.479,76	401,74	0,00%
ΑΣΤΥΠΑΛΛΙΑ	5,10	2,06	48,66	478,22	476,08	222,29	9,24%
ΓΑΥΔΟΣ	0,43	0,14	0,00	42,53	691,86	248,61	0,00%
ΔΟΝΟΥΣΑ	0,99	0,51	0,22	65,69	1.178,32	258,23	0,34%
ΕΡΕΙΚΟΥΣΑ	0,77	0,41	0,00	69,65	783,08	273,58	0,00%
ΘΗΡΑ	80,19	38,25	63,35	9.777,45	192,37	109,00	0,64%
ΙΚΑΡΙΑ	20,02	6,84	931,14	1.662,20	447,75	180,57	35,91%
ΚΥΘΝΟΣ	7,20	3,46	38,05	747,71	388,97	194,60	4,84%
ΜΕΓΙΣΤΗ	1,64	0,94	0,00	273,12	458,12	210,18	0,00%
ΟΘΩΝΟΙ	0,66	0,25	0,00	51,84	1.080,24	236,62	0,00%
ΠΑΤΜΟΣ	8,93	4,60	227,89	1.240,81	365,69	226,88	15,52%
ΣΕΡΙΦΟΣ	6,69	3,52	15,49	659,34	399,83	193,63	2,30%
ΣΙΦΝΟΣ	11,48	5,65	280,12	1.080,27	476,38	225,82	20,59%
ΣΚΥΡΟΣ	7,65	3,91	35,80	1.280,56	359,29	196,81	2,72%
ΣΥΜΗ	8,60	3,91	22,85	967,49	387,90	217,86	2,31%

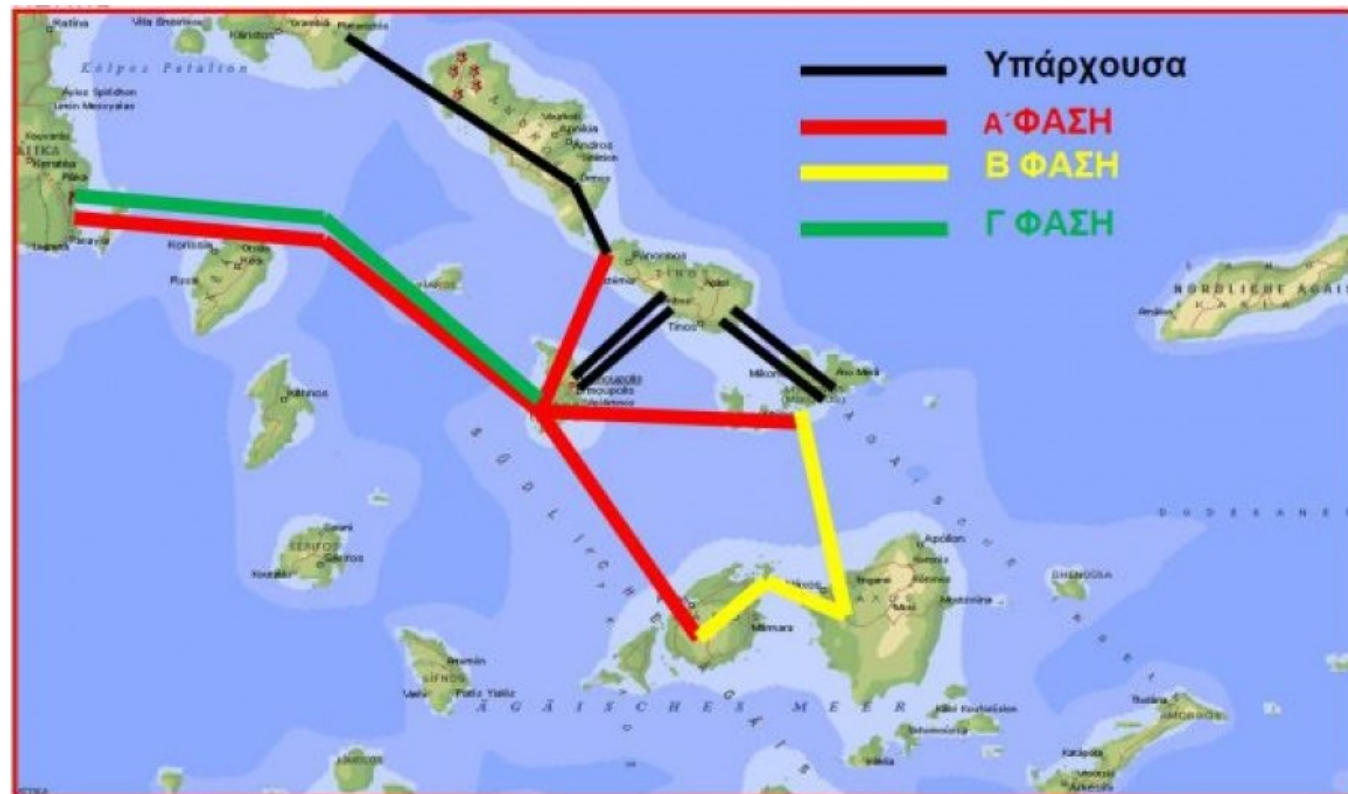


Διασυνδέσεις Νήσων Αιγαίου



✓ Διασύνδεση Κυκλάδων:

- Α' φάση: περιλαμβάνει την σύνδεση της Σύρου με το Λαύριο καθώς και με τα νησιά Πάρο, Μύκονο και Τήνο
- Β' φάση: περιλαμβάνει τη σύνδεση της Πάρου με τη Νάξο και της Νάξου με την Μύκονο
- Γ' φάση: περιλαμβάνει τη δεύτερη σύνδεση του Λαυρίου με την Σύρο
- Οι ανωτέρω φάσεις ολοκληρώθηκαν μέσα στο 2020



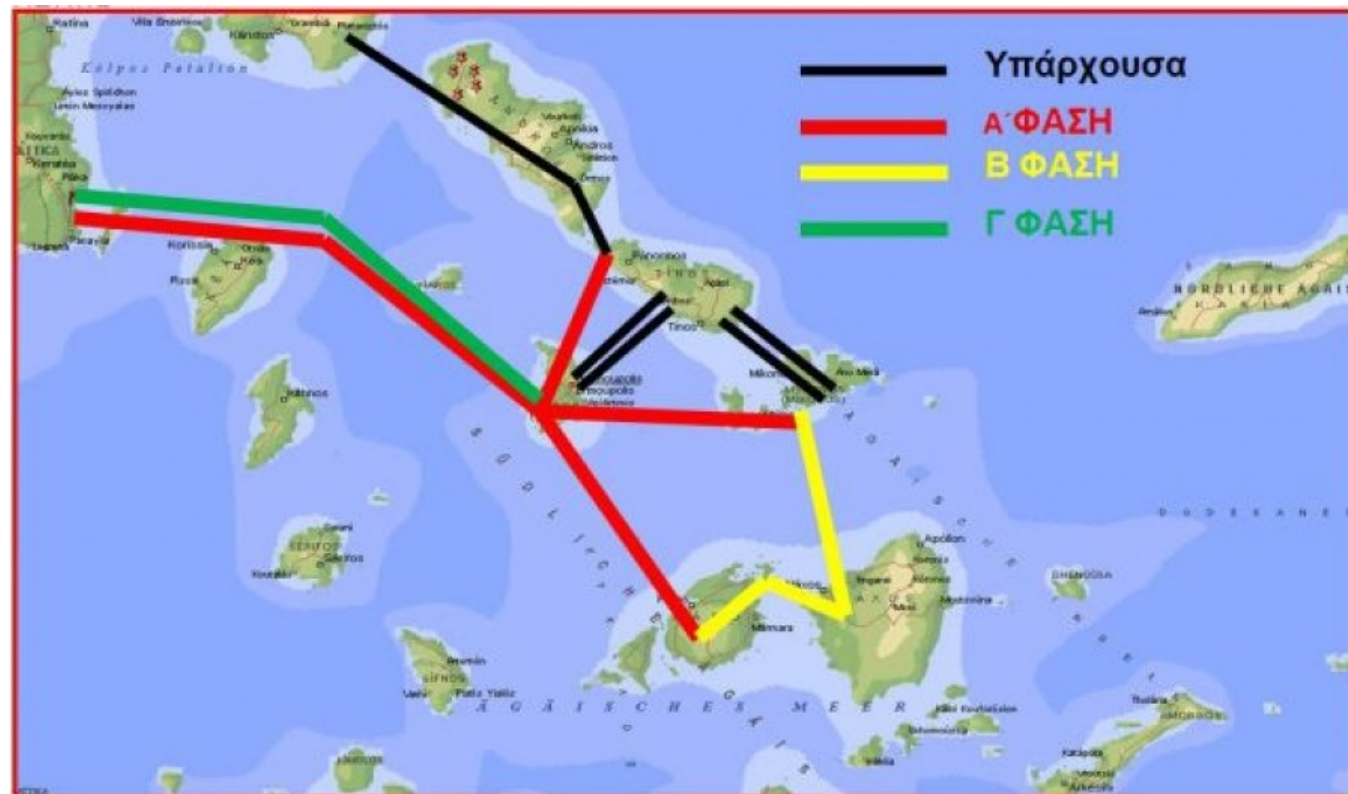


Διασυνδέσεις Νήσων Αιγαίου



✓ Διασύνδεση Κυκλάδων:

- Σύμφωνα με στοιχεία του ΑΔΜΗΕ, μόνο από τη διασύνδεση της πρώτης φάσης των Κυκλάδων (που περιλαμβάνει τα νησιά Πάρο, Μύκονο, Τήνο και Σύρο), το κόστος του ηλεκτρικού ρεύματος θα περιοριστεί για το σύνολο των καταναλωτών της χώρας που επιβαρύνονται με τις ΥΚΩ κατά €80 εκατ. ετησίως και σε ορίζοντα 20ετίας κατά €2,7 δις



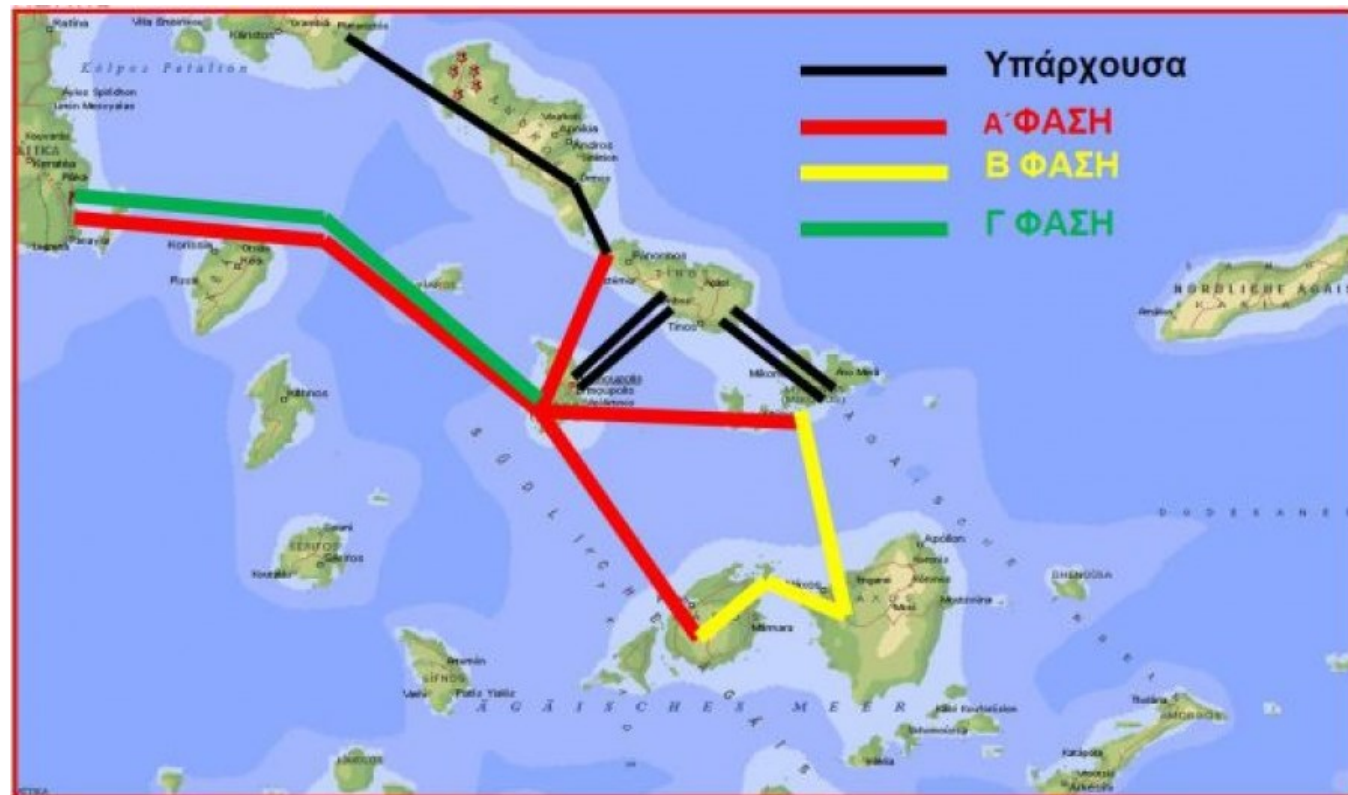


Διασυνδέσεις Νήσων Αιγαίου



✓ Διασύνδεση Κυκλάδων:

- Εκκίνηση Δ' φάσης: προκήρυξη το 2020 διαγωνισμού για τη διασύνδεση της Νάξου με την Σαντορίνη, μέσω της οποίας θα τροφοδοτηθεί ακτινικά -σε πρώτη φάση- το σημαντικότερο μέρος του φορτίου των νησιών που προορίζονται να διασυνδεθούν
- Ορίζοντας ολοκλήρωσης το 2024





✓ Διασύνδεση Δωδεκανήσων:

- Το σύμπλεγμα των Δωδεκανήσων (Κως-Ρόδος-Κάρπαθος) θα διασυνδεθεί με το ηπειρωτικό σύστημα έως το 2027 με συνολικό προϋπολογισμό €1,5 δις
- Η μελέτη προβλέπει τη διασύνδεση της Κω με το Ηπειρωτικό Σύστημα Μεταφοράς μέσω του ΚΥΤ στην Κόρινθο μέσω υποθαλάσσιου καλωδίου μήκους 380 km, μεταφορικής ικανότητας 900 MW
- Στη συνέχεια, θα ακολουθήσει η διασύνδεση της Κω με τη Ρόδο και της Ρόδου με την Κάρπαθο



✓ Διασύνδεση Νήσων Βορείου Αιγαίου:

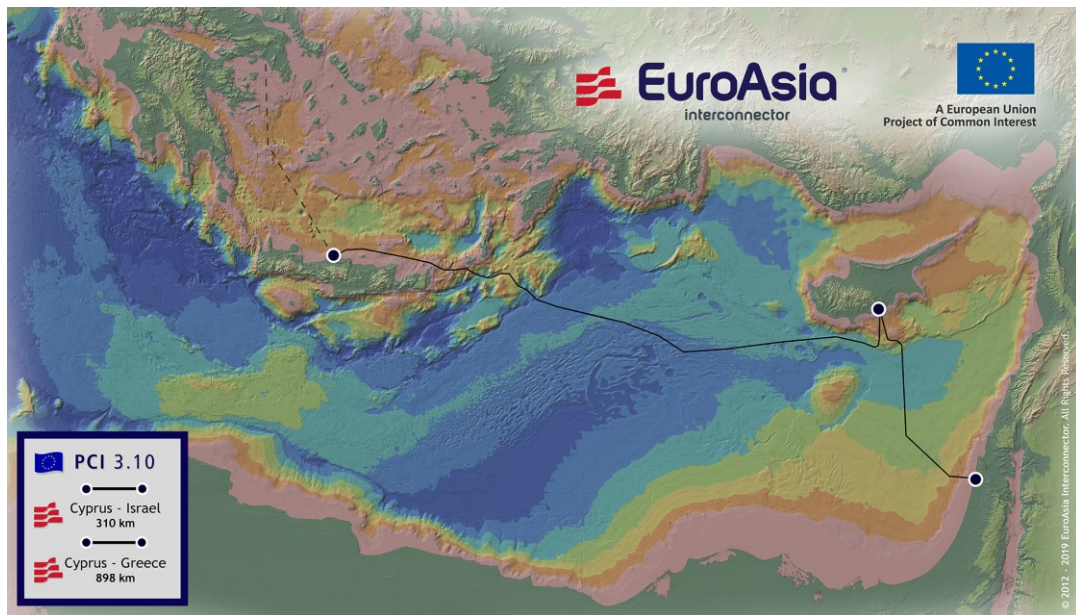
- Διασύνδεση νήσων Β. Αιγαίου και Σκύρου
- Περιλαμβάνει:
 - τις διασυνδέσεις Σκύρου-Λέσβου-Λήμνου-Χίου-Σάμου με την Εύβοια στα δυτικά
 - την Θράκη στα βόρεια
 - και την Κω στα νότια
- Συνολικό κόστος €885 εκατ.



- ✓ Ασφάλεια εφοδιασμού νήσων (μείωση εξάρτησης από εισαγόμενα καύσιμα)
- ✓ Διασφάλιση αδιάλειπτης τροφοδοσίας και ποιότητας ισχύος
- ✓ Μείωση περιβαλλοντικού αποτυπώματος των νησιών από την παύση της λειτουργίας των ρυπογόνων πετρελαϊκών μονάδων της ΔΕΗ
- ✓ Δημιουργούνται συνθήκες για την αξιοποίηση του αιολικού και ηλιακού δυναμικού των νησιών
- ✓ Ενίσχυση αναπτυξιακής πορείας
- ✓ **Οικονομική ελάφρυνση όλων των καταναλωτών**, λόγω μείωσης επιβαρύνσεων για τις ΥΚΩ

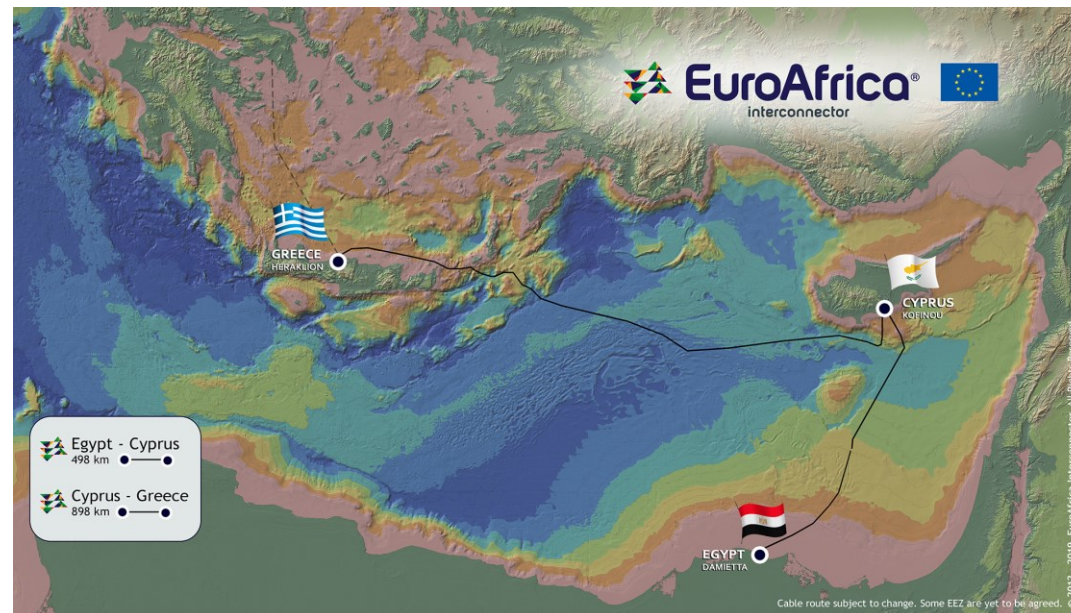


EuroAsia - EuroAfrica



<https://euroasia-interconnector.com/>

<https://www.euroafrica-interconnector.com/>





- ✓ Στην Οδηγία 2019/944 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου, ως αποθήκευση ενέργειας στο περιβάλλον των ΣΗΕ ορίζεται: «η αναβολή της τελικής χρήσης της ηλεκτρικής ενέργειας σε χρονική στιγμή μεταγενέστερη από αυτή της παραγωγής της ή η μετατροπή ηλεκτρικής ενέργειας σε μορφή ενέργειας που μπορεί να αποθηκευτεί, η αποθήκευση της εν λόγω ενέργειας, και η μεταγενέστερη εκ νέου μετατροπή της εν λόγω ενέργειας σε ηλεκτρική ενέργεια ή η χρήση σε διαφορετικό φορέα ενέργειας»
- ✓ Η αποθήκευσης ενέργειας για την επίτευξη των στόχων απανθρακοποίησης των ΣΗΕ αποτελεί αναγκαιότητα
- ✓ Δεν πρόκειται απλώς για μια ακόμα πηγή ευελιξίας, μαζί με τις συμβατικές μονάδες παραγωγής, την απόκριση της ζήτησης και τις διασυννοριακές διασυνδέσεις, αλλά για τον **μοναδικό εγχώριο πόρο** ο οποίος μπορεί να διαχειριστεί αποτελεσματικά καταστάσεις συστηματικής υπερπαραγωγής από ΑΠΕ και ετεροχρονισμού της ως προς τη ζήτηση, οι οποίες χαρακτηρίζουν τα συστήματα υψηλής διείσδυσης ΑΠΕ. Είναι επίσης βασική προϋπόθεση ώστε η παραγωγή ΑΠΕ να καλύψει τις απαιτήσεις επάρκειας ισχύος των αυριανών πλήρως απανθρακοποιημένων συστημάτων



- ✓ Η αποθήκευση ενέργειας έχει ευεργετική επίδραση στις αγορές ηλεκτρικής ενέργειας, **περιορίζοντας τη διακύμανση τιμών** στην ημερήσια αγορά ενέργειας, αποτρέπουν ακραίες τιμές στην αγορά εξισορρόπησης
- ✓ Με στοχευμένη χωροθέτηση, οι μονάδες αποθήκευσης ενέργειας μπορούν να δώσουν απαντήσεις στο πρόβλημα του κορεσμού των δικτύων και να παρέχουν παράλληλα τεχνικές υπηρεσίες, όπως για παράδειγμα:
 - Διαχείριση τάσης
 - Ταχεία ρύθμιση συχνότητας
 - Ρύθμιση άεργου ισχύος
 - Παροχή αδράνειας
 - Παροχή ρεύματος βραχυκύκλωσης
 - Εκκίνηση μετά από σβέση συστήματος



- ✓ Μονάδες αποθήκευσης, ενσωματωμένες σε εγκαταστάσεις χρηστών (παραγωγών ή/και καταναλωτών), μπορούν να αποφέρουν σημαντικά κέρδη. Ορισμένα ενδεικτικά παραδείγματα:
 - Αξιοποίηση ημερήσιας διακύμανσης τιμών ενέργειας
 - Διαμόρφωση της καμπύλης ζήτησης ή παραγωγής με μείωση των αιχμών και των συνακόλουθων χρεώσεων
 - Αναβάθμιση των δυνατοτήτων απόκρισης της ζήτησης
 - Βελτίωση αξιοπιστίας και συνέχειας τροφοδότησης σε καταστάσεις απώλειας του δικτύου



- ✓ Για τους προαναφερθέντες λόγους, η αποθήκευση αναδεικνύεται σε σημαντικό εργαλείο διαχείρισης της λειτουργίας των σύγχρονων ΣΗΕ
- ✓ Για το λόγο αυτό, τα τελευταία χρόνια αναπτύσσεται διεθνώς ένα διαρκώς αυξανόμενο ενδιαφέρον για την ανάπτυξη εγκαταστάσεων αποθήκευσης ενέργειας
- ✓ Το ενδιαφέρον αυτό σχετίζεται άμεσα με τη μεγάλη ανάπτυξη των ΑΠΕ και τις ανάγκες αντιστάθμισης της μεταβλητότητάς τους