

**Ανάλυση της δυνατότητας Διείσδυσης των Τεχνολογιών ΑΠΕ  
και  
Εξοικονόμησης Ενέργειας στο Ελληνικό Ενεργειακό Σύστημα  
εν όψει των  
στόχων της Ευρωπαϊκής Ενεργειακής Πολιτικής**

**Ο ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

**Τίγκας Κ., Γιαννακίδης Γ., Λάλας Δ., Σακκελαρίδης  
Ν., Καμπούρης Ι., Νάκος Χ., Μάντζαρης Ι.,  
Μοιρασγεντής Σ., Σαραφίδης Γ.**

## Η Επιτροπή 20-20-20

---

Συστήθηκε από την Υπουργό ΠΕΚΑ τον Νοέμβριο του 2009 με στόχο την υποστήριξη του ΥΠΕΚΑ για την εκπλήρωση των υποχρεώσεων της χώρας που απορρέουν από το Πακέτο 20-20-20

- Λ. Γεωργαλάς
- Γ. Γιαννακίδης
- Γ. Γληνού
- Γ. Καμπούρης
- Δ. Λάλας
- Σ. Μοιρασγεντής
- Π. Παπασταματίου
- Κ. Περράκης
- Γ. Σαραφίδης
- Κ. Τίγκας
- Ν. Χαραλαμπίδης
- Μ. Χρήστου

### ΚΑΠΕ

- Ν. Σακελλαρίδης
- Χ. Νάκος
- Γ. Μάντζαρης
- Γ. Βουγιουκλάκης
- Β. Κίλιας

### ΙΟΒΕ

- S. Danchev
- Γ. Μανιάτης

### Ομάδα ΒΙΟΜΑΖΑΣ

- Α. Τόσιος
- Σ. Ιωαννίδης
- Χ. Ζαφείρης

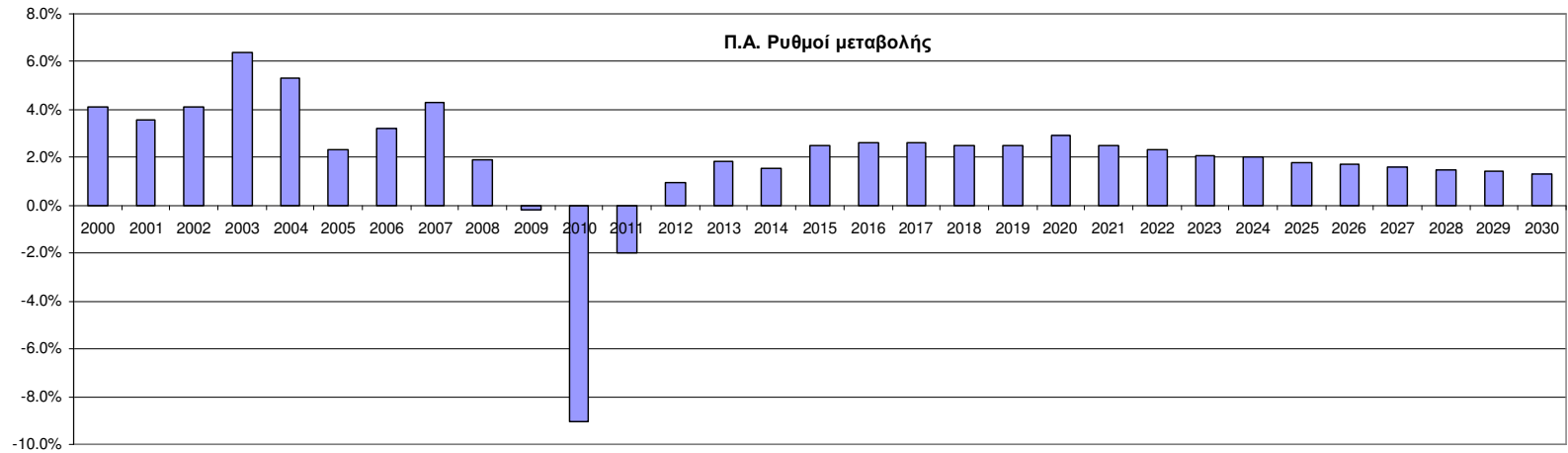
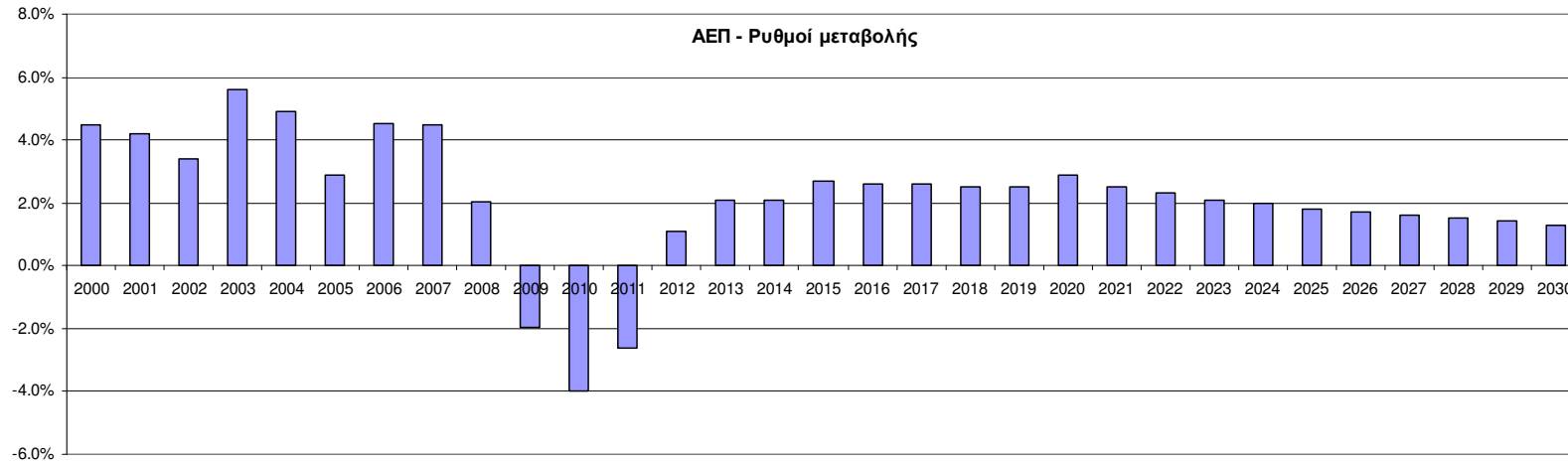
### ΑΛΛΟΙ

## Στοιχεία Εισόδου

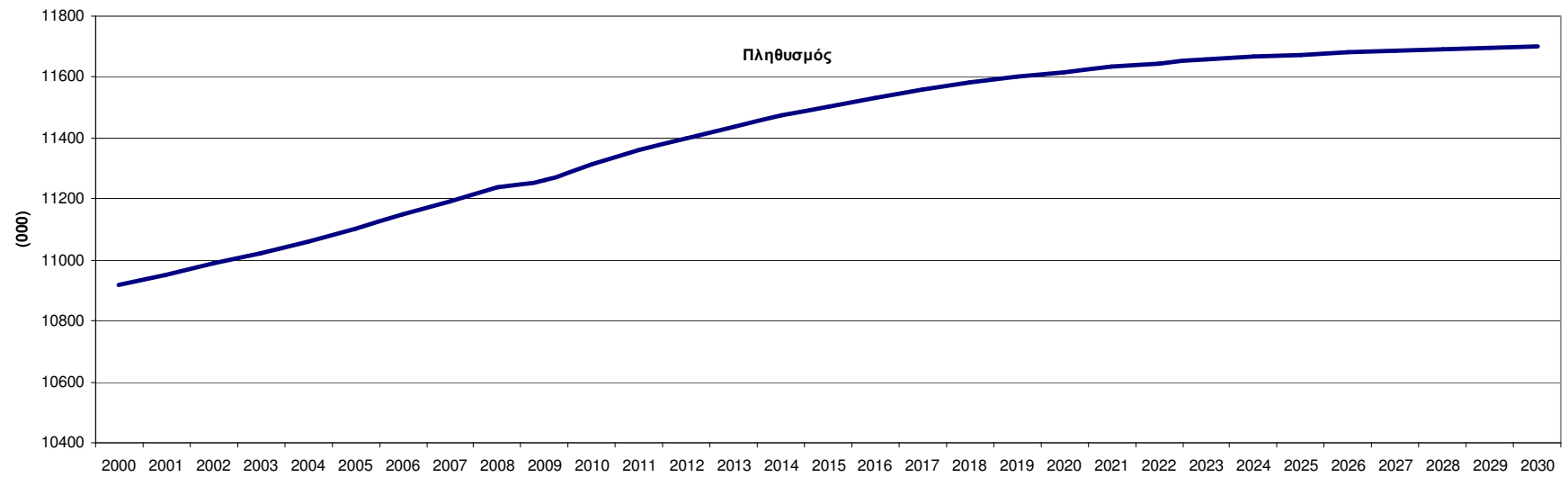
---

- Μακροοικονομικά μεγέθη της πιθανής εξέλιξης της οικονομίας
- Εξέλιξη διεθνών τιμών καυσίμων
- Εξέλιξη τιμών δικαιωμάτων εκπομπών
- Εξέλιξη τεχνικοοικονομικών δεδομένων τεχνολογιών  
(κόστη, βαθμοί απόδοσης, κύκλος ζωής)
- Εντάξεις και Αποσύρσεις Μονάδων Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας

# Δεδομένα εισόδου: Οικονομικά δεδομένα



# Δεδομένα εισόδου: Δημογραφικά δεδομένα



## Μεθοδολογία για την κατάρτιση του Σχεδίου Επίτευξης Στόχων

---

Εκτίμηση των μεριδίων αγοράς τεχνολογιών και καυσίμων ώστε να επιτευχθούν οι στόχοι 20-20-20 με χρήση των ενεργειακών μοντέλων TIMES-MARKAL και ENPEP (αξιολόγηση πολιτικών) που τροφοδοτούνται από τα μοντέλα WASP (βελτιστος προγραμματισμός ηλεκτροπαραγωγής) και COST(στοχαστική προσομοίωση του Συστήματος Ηλεκτροπαραγωγής).

### Με βασικές δεσμεύσεις:

- 20% Εθνικός Στόχος ΑΠΕ
- 40% Εθνικός Στόχος ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ
- 10% συμμετοχή βιοκαυσίμων στις μεταφορές
- Αύξηση του κόστους ηλεκτροπαραγωγής με το κόστος εμπορίας μετά το 2013
- Εκπλήρωση των στόχων εκτός εμπορίας (-4%)
- Στόχοι εξοικονόμησης με βάση το 1<sup>ο</sup> ΣΔΕΑ

## Σενάρια Διερεύνησης Άλλων Παραμέτρων

---

Πέραν των Σεναρίων που εξετάστηκαν με την βοήθεια του MARKAL, αναλύθηκαν και πρόσθετα Σενάρια με διαφορετικές παραμέτρους ή παραδοχές αλλά και αξιοποιήθηκαν πρόσθετα μοντέλα (ENPEP) που ήταν διαθέσιμα ώστε να εκτιμηθεί και η τυχόν επίδραση της δομής του μοντέλου

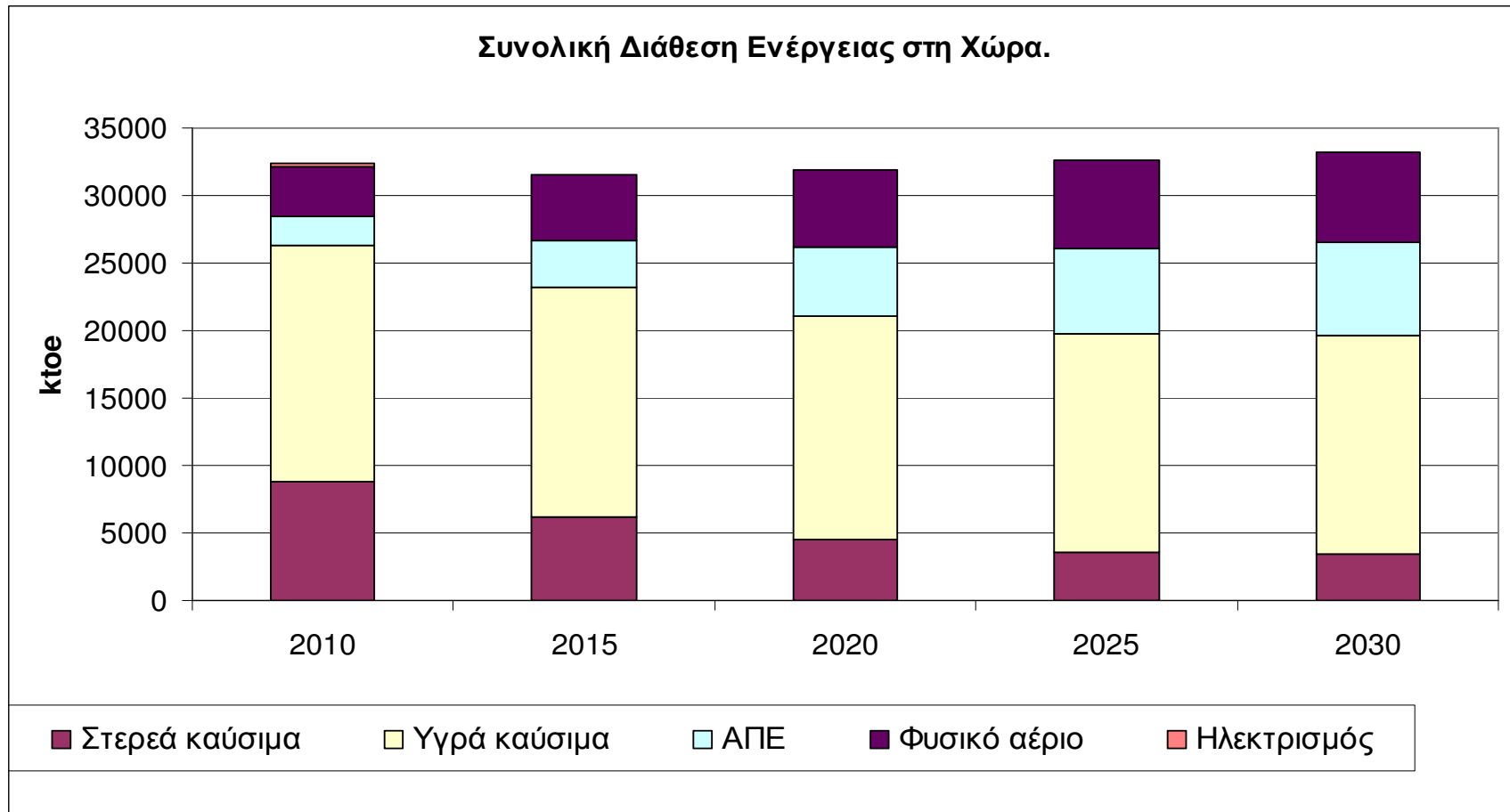
Έτσι εξετάστηκαν:

- Εναλλακτικά επίπεδα χρήσης του Λιγνίτη
- Η επίδραση των τιμών των τεχνολογιών ΑΠΕ στην διείσδυσή τους με έμφαση στα Αιολικά-Φ/Β
- Η επίδραση των τυχόν αγορών ηλεκτρικής ενέργειας μέσω των διασυνδέσεων

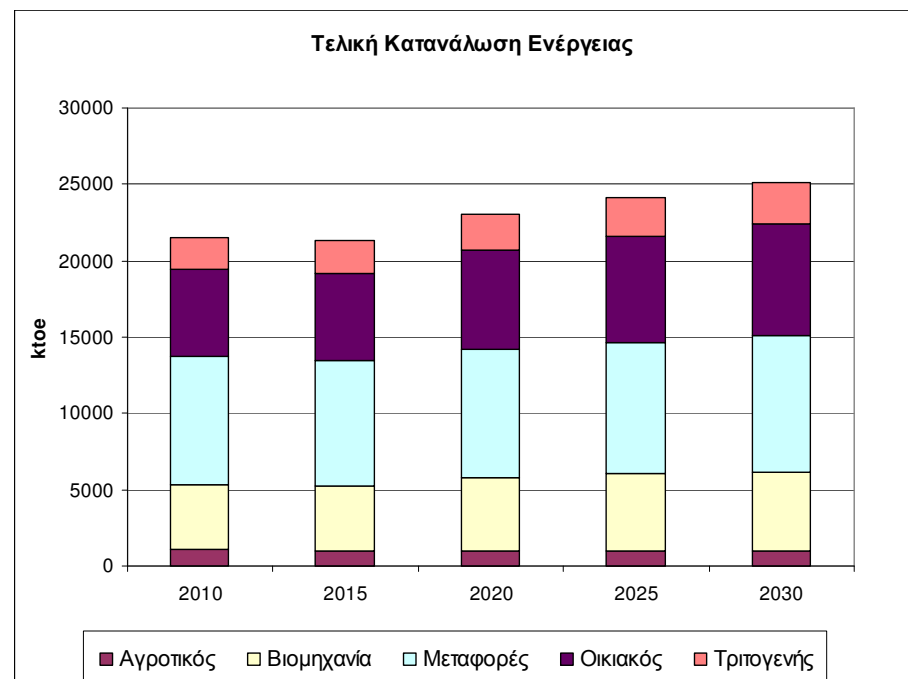
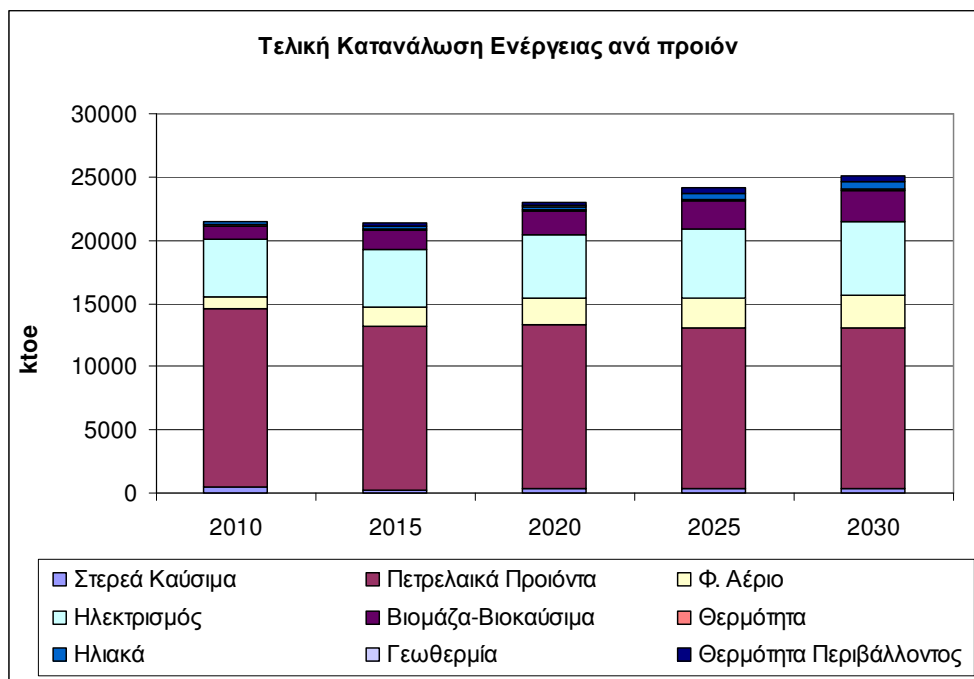
**Αποτελέσματα Βασικών Σεναρίων**  
**Σενάριο Επίτευξης των Στόχων**



# Συνολική Διάθεση Ενέργειας - Σενάριο Επίτευξης Στόχων



# Τελική Κατανάλωση – Σενάριο Επίτευξης Στόχων



Ακαθάριστη Κατανάλωση για τις ανάγκες της οδήγίας (ktoe)	2010	2015	2020	2025	2030
Ακαθάριστη Κατ. Ενέργειας	22418	22251	24114	25265	26308
ΑΠΕ στην Τ.Κ.Ε.	9%	15%	20%	24%	26%

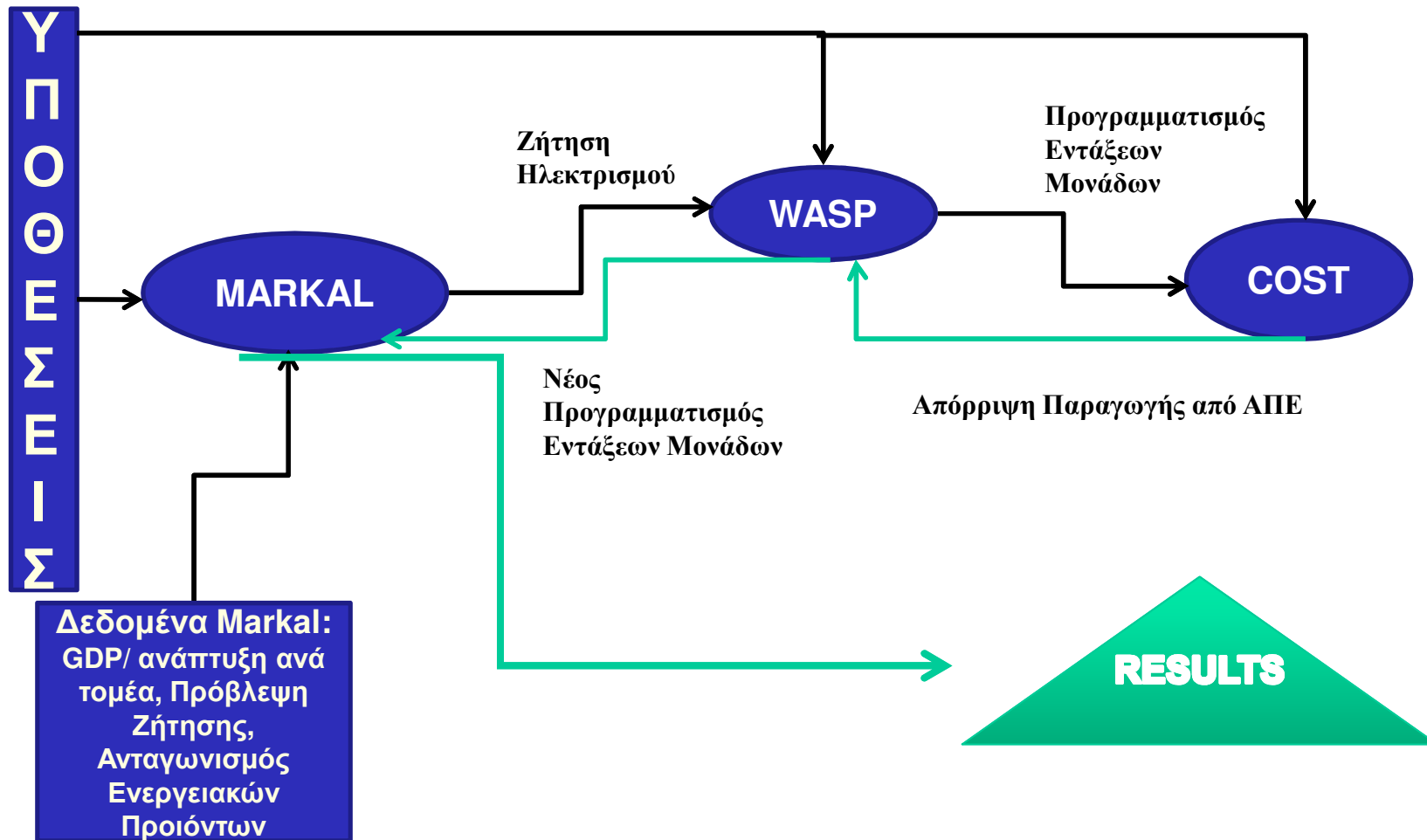
## Συνοπτική Παρουσίαση ΑΠΕ για το Σενάριο Εκπλήρωσης των Στόχων

Σενάριο Στόχων	2010	2015	2020	2025	2030
<b>Συνολική Διάθεση Ενέργειας στη χώρα (Μτσε)</b>	<b>32.29</b>	<b>31.56</b>	<b>31.89</b>	<b>32.56</b>	<b>33.20</b>
<b>εκ των οποίων ΑΠΕ</b>					
Υ/Η	0.43	0.49	0.57	0.57	0.57
Βιομάζα	1.16	1.58	1.99	2.44	2.58
Αιολικά	0.27	0.83	1.44	1.69	1.93
Ηλιακά	0.24	0.42	0.67	0.93	1.12
Γεωθερμία	0.04	0.17	0.46	0.81	0.92
% ΑΠΕ στην Συνολική Διάθεση στη Χώρα	7%	11%	16%	20%	21%
<b>Ηλεκτροπαραγωγή (TWh)</b>	<b>58.86</b>	<b>61.47</b>	<b>68.46</b>	<b>75.11</b>	<b>80.13</b>
<b>εκ των οποίων ΑΠΕ</b>					
Υ/Η	4.21	4.91	4.87	4.87	4.87
Βιομάζα/Βιοαέριο	0.25	0.50	1.26	1.53	1.34
Αιολικά	3.13	9.67	16.80	19.60	22.40
Ηλιακά - Φ/Β	0.24	1.67	2.89	4.16	5.04
Ηλιακά - Θερμικά	0.00	0.09	0.71	1.09	1.46
Γεωθερμία	0.00	0.12	0.74	2.08	2.38
<b>Σύνολο Ηλεκτρισμού από ΑΠΕ</b>	<b>7.84</b>	<b>16.97</b>	<b>27.27</b>	<b>33.33</b>	<b>37.48</b>
% ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή	13%	28%	40%	44%	47%
<b>Εγκατεστημένη Ισχύς Η/Π από ΑΠΕ (GW)</b>	<b>4.11</b>	<b>4.89</b>	<b>5.86</b>	<b>6.87</b>	<b>7.77</b>
<b>εκ των οποίων</b>					
Βιομάζα/Βιοαέριο	0.06	0.12	0.25	0.37	0.50
Υ/Η (εκτός άντλησης)	2.54	2.92	2.95	2.95	2.95
Αιολικά	1.33	4.30	7.50	8.75	10.00
Ηλιακά - Φ/Β	0.18	1.27	2.20	3.17	3.83
Ηλιακά - Θερμικά	0.00	0.03	0.25	0.38	0.51
Γεωθερμία	0.00	0.02	0.12	0.34	0.40
<b>Τελική Κατανάλωση Ενέργειας (Μτσε)</b>	<b>21.53</b>	<b>21.33</b>	<b>23.08</b>	<b>24.13</b>	<b>25.10</b>
Τελική Κατανάλωση για Παραγωγή Θερμότητας	8.64	8.66	9.67	10.07	10.34
Τελική Κατανάλωση Ενέργειας στις Μεταφορές	8.33	8.12	8.40	8.55	8.84
Τελική Κατανάλωση Ενέργειας στις Μεταφορές σύμφωνα με αρ. 3(4)α	6.53	6.25	6.34	6.29	6.42
<b>εκ των οποίων ΑΠΕ</b>					
Βιομάζα/Βιοαέριο	1.01	1.13	1.22	1.36	1.54
Ηλιακή Θερμότητα	0.22	0.27	0.36	0.48	0.56
Γεωθερμία	0.02	0.02	0.05	0.07	0.08
Θερμότητα Περιβάλλοντος	0.02	0.13	0.28	0.38	0.43
Βιοκαύσιμα στις Μεταφορές	0.11	0.39	0.62	0.92	0.93
ΑΠΕ Ηλεκτρισμός στις Οδικές Μεταφορές	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
ΑΠΕ Ηλεκτρισμός στις Σιδηροδρομικές Μεταφορές	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02
% Στην παραγωγή Θερμότητας	15%	18%	20%	23%	25%
% Στις μεταφορές συνολικά	1%	5%	7%	11%	11%
% Στις μεταφορές σύμφωνα με παρ. 3(4)	2%	6%	10%	15%	15%
% Στην Τελική Κατανάλωση σύμφωνα με την Νέα Οδηγία	9%	15%	20%	24%	26%

# Ανάλυση Ηλεκτρικού Συστήματος

ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

## Σύνδεση Λειτουργίας Μοντέλων



# Μεθοδολογία Υπολογισμού

---

•Υπολογίζεται η ζήτηση ηλεκτρισμού από το μοντέλο MARKAL

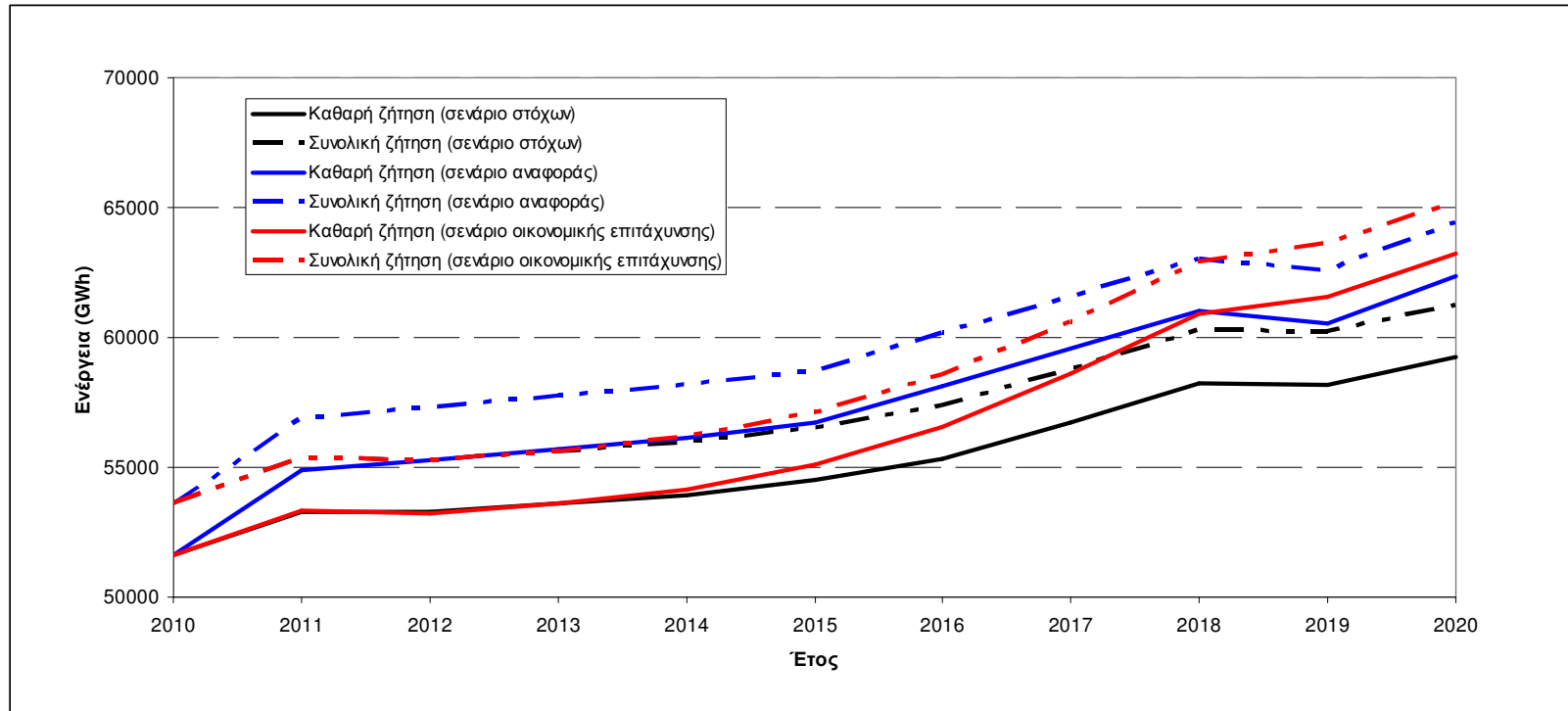
•Από το μοντέλο WASP υπολογίζεται ο οικονομικά βέλτιστος συνδυασμός

τεχνολογιών

•Με το COST υπογίζονται με μεγαλύτερη λεπτομέρεια η φόρτιση των μονάδων, η απορριπτόμενη ενέργεια και τα στοιχεία του κόστους παραγωγής

Κριτήριο προσδιορισμού μίας λύσης είναι το μέσο κόστος παραγωγής να μην υπερβαίνει ένα προκαθορισμένο επίπεδο.

## Ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας – Διασυνδεδεμένο Σύστημα



## Σενάριο Στόχων

---

Θεωρούμε ότι

- Η εξοικονόμηση ενέργειας θα γίνει σύμφωνα με το ΣΔΕΑ
- Τα Αιολικά θα διεισδύσουν στο διασυνδεδεμένο μέχρι 6.75 GW
- Τα Φ/Β θα διεισδύσουν στο διασυνδεδεμένο στα 2 GW
- Θα γίνει σύγκαυση βιομάζας σε μικρό βαθμό σε λιγνιτικούς
- Θα γίνουν διασυνδέσεις των Κυκλάδων, του βορειοανατολικού Αιγαίου και της Μήλου



## Εγκατεστημένη Ισχύς - Σενάριο επίτευξης στόχων

### ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΑΝΑ ΚΑΥΣΙΜΟ-ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ (ΣΕΝΑΡΙΟ ΣΤΟΧΩΝ)

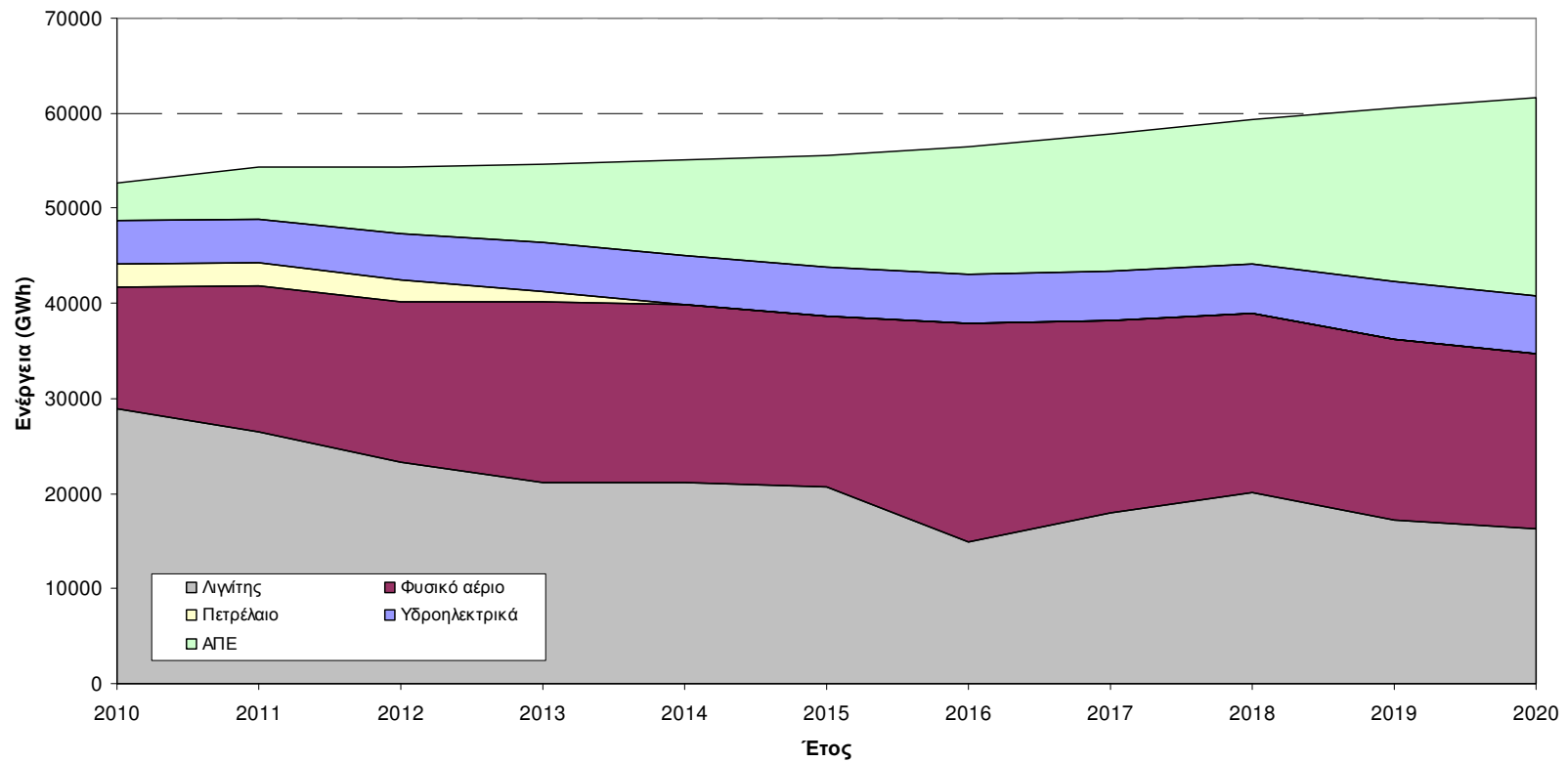
ΕΤΟΣ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ (MW) -ΧΩΡΙΣ ΑΠΕ -	ΙΣΧΥΣ ΜΟΝΑΔΩΝ ΑΠΕ (MW)	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ (MW) -ΜΕ ΑΠΕ -														
				ΛΙΓΝΙΤΗΣ		ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ				ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ		ΑΝΘΡΑΚΑΣ		ΥΗΣ		ΑΠΕ	
				MW	%	Σ.Κ MW	ΑΕΡ. MW	ΣΥΝΟΛΟ MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%
<b>2010</b>	11797	3742	15539	4772	30.7%	3075	150	3225	20.8%	718	4.6%	0	0.0%	3064	19.7%	1550	24.1%
<b>2011</b>	12340	5318	17658	4482	25.4%	3908	150	4058	23.0%	718	4.1%	0	0.0%	3064	17.4%	2271	30.1%
<b>2012</b>	13227	6765	19992	4333	21.7%	4762	150	4912	24.6%	718	3.6%	0	0.0%	3246	16.2%	2981	33.8%
<b>2013</b>	13899	8082	21982	4333	19.7%	5562	150	5712	26.0%	430	2.0%	0	0.0%	3406	15.5%	3767	36.8%
<b>2014</b>	13181	9838	23019	4217	18.3%	5389	150	5539	24.1%	0	0.0%	0	0.0%	3407	14.8%	4552	42.7%
<b>2015</b>	12569	11567	24136	3943	16.3%	5051	150	5201	21.5%	0	0.0%	0	0.0%	3407	14.1%	5353	47.9%
<b>2016</b>	12569	13171	25740	3943	15.3%	5051	150	5201	20.2%	0	0.0%	0	0.0%	3407	13.2%	6163	51.2%
<b>2017</b>	13169	14188	27357	4543	16.6%	5051	150	5201	19.0%	0	0.0%	0	0.0%	3407	12.5%	6929	51.9%
<b>2018</b>	13619	15055	28674	4993	17.4%	5051	150	5201	18.1%	0	0.0%	0	0.0%	3407	11.9%	7694	52.5%
<b>2019</b>	13127	18113	31240	3321	10.6%	5051	450	5501	17.6%	0	0.0%	0	0.0%	4287	13.7%	8525	58.0%
<b>2020</b>	13427	20597	34024	3321	9.8%	5051	750	5801	17.0%	0	0.0%	0	0.0%	4287	12.6%	9415	60.5%

## Παραγωγή Ενέργειας - Σενάριο επίτευξης στόχων

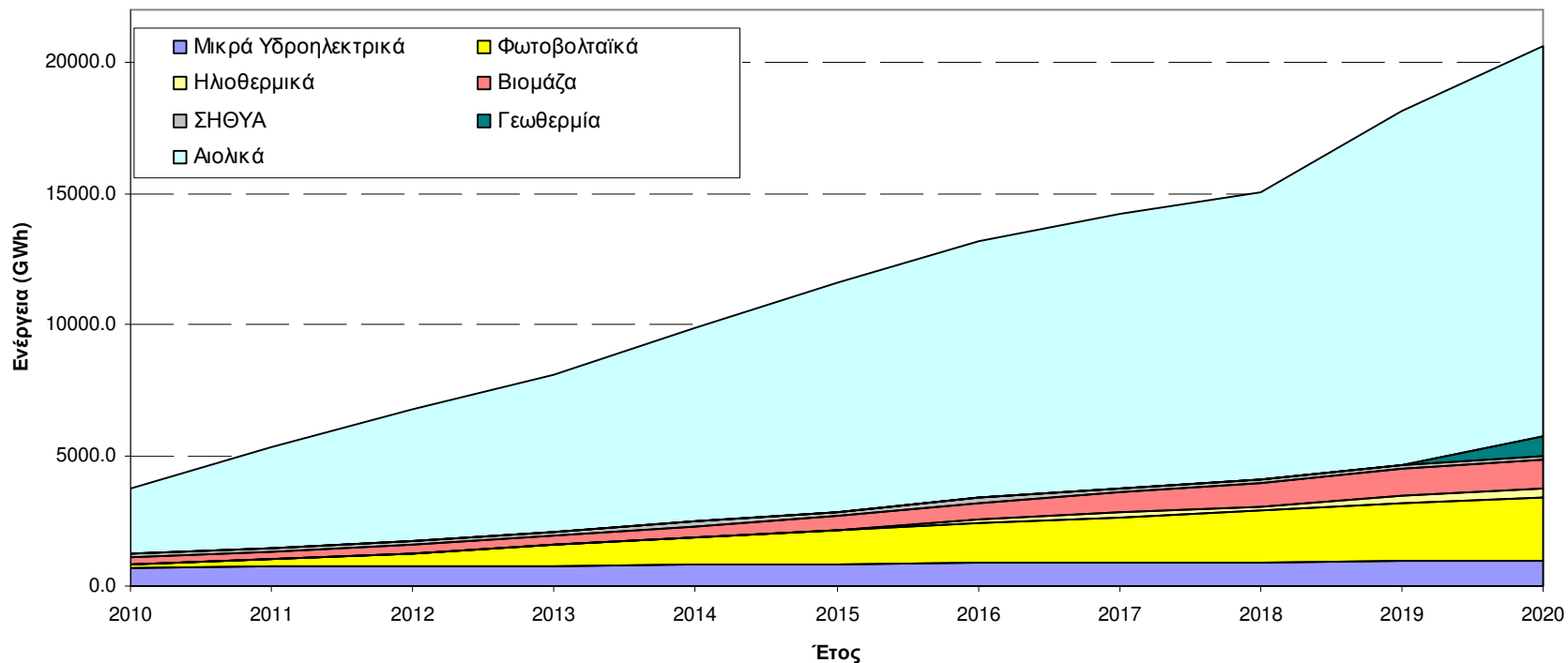
### ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΚΑΥΣΙΜΟ-ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ (ΣΕΝΑΡΙΟ ΣΤΟΧΩΝ)

ΕΤΟΣ	ΚΑΘΑΡΗ ΖΗΤΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (GWh)	ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΝΤΛΗΣΗΣ (GWh)	ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΠΟΥ ΚΑΛΥΠΤΕΤΑΙ ΑΠΟ ΜΟΝΑΔΕΣ	ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΕΙΣΑΓΩΓΩΝ-ΕΞΑΓΩΓΩΝ (GWh)	ΛΙΓΝΙΤΗΣ			ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ			ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ			ΥΗΣ			ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΕ			ΑΠΟΡΡΟΦΟΜΕΝΗ (GWh)	ΑΙΟΛΙΚΑ CF(%)	ΑΠΟΡΡΙΠΤΟΜΕΝΗ (%)
					GWh	%	ΩΡΕΣ	GWh	%	ΩΡΕΣ Σ.Κ.	GWh	%	ΩΡΕΣ	GWh	%	ΩΡΕΣ	GWh	%	ΩΡΕΣ			
2010	51589	1086	52675	0	28838	54.7%	6044	12796	24.3%	4162	2461	4.7%	3428	4608	8.7%	1504	3971.7	7.5%	2562	2523	27.0%	0.0%
2011	53288	1088	54376	0	26483	48.7%	5910	15377	28.3%	3936	2366	4.4%	3295	4606	8.5%	1503	5544.5	10.2%	2442	3842	26.9%	0.3%
2012	53267	1083	54350	0	23267	42.8%	5370	16888	31.1%	3547	2279	4.2%	3174	4943	9.1%	1523	6973.9	12.8%	2339	5041	26.2%	2.8%
2013	53599	1081	54679	0	21096	38.6%	4869	19067	34.9%	3429	1069	2.0%	2486	5169	9.5%	1518	8278.4	15.1%	2198	5994	24.8%	8.1%
2014	53933	1082	55015	0	21131	38.4%	5012	18676	33.9%	3466	0	0.0%		5172	9.4%	1518	10037	18.2%	2205	7385	25.4%	5.9%
2015	54496	1083	55580	0	20690	37.2%	5249	17949	32.3%	3554	0	0.0%		5172	9.3%	1518	11769	21.2%	2199	8713	25.6%	5.1%
2016	55340	1081	56421	0	14954	26.5%	3793	22911	40.6%	4537	0	0.0%		5170	9.2%	1518	13386	23.7%	2172	9826	25.2%	6.8%
2017	56737	1082	57819	0	17954	31.1%	3953	20306	35.1%	4021	0	0.0%		5171	8.9%	1518	14386	24.9%	2076	10486	23.8%	11.9%
2018	58248	1086	59335	0	20055	33.6%	3961	18872	31.7%	3685	0	0.0%		5173	8.8%	1518	15234	25.9%	1980	10996	22.4%	17.0%
2019	58182	2375	60557	0	17148	28.4%	5205	19007	31.5%	3793	0	0.0%		6102	10.0%	1423	18300	30.1%	2147	13504	25.0%	7.6%
2020	59221	2389	61610	0	16218	26.4%	4925	18509	30.2%	3695	0	0.0%		6112	9.9%	1426	20772	33.6%	2206	14872	25.2%	6.8%

Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ανα τύπο καυσίμου (σενάριο στόχων)



Παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια ανά τύπο ΑΠΕ- Σενάριο στόχων



# Ανάλυση Ηλεκτρικού Συστήματος

ΣΥΝΟΛΟ ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟΥ ΚΑΙ ΝΗΣΙΩΤΙΚΟΥ  
ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

## Εγκατεστημένη Ισχύς ΑΠΕ

Εγκ. Ισχύς Ηλεκτρο - παραγωγής (MW)	Σενάριο Αναφοράς	Σενάριο Επίτευξης Στόχων	Σενάριο Οικονομικής Επιτάχυνσης	Επίτευξη των Στόχων (ENPER)	Επίτευξη των Στόχων (ENPER) με χαμηλές τιμές ΦΒ
<b>Υ/Η</b>	4486	4531	4529	4440	4440
<b>Αιολικά</b>	6250	7500	8250	8573	8572
<b>Φ/Β</b>	700	2200	2900	968	2913
<b>Θερμικά Ηλιακά</b>	0	250	250	250	250
<b>Γεωθερμία</b>	8	120	120	108	8
<b>Βιομάζα</b>	50	250	250	250	100
<b>Σύνολο</b>	11889	14968	17977	14339	16033

# Ανάλυση Ηλεκτρικού Συστήματος

**ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

# Ηλεκτρισμός

## Διασυνδεδεμένο Σύστημα

---

Οι κύριες τεχνολογίες παραγωγής του διασυνδεδεμένου συστήματος θα είναι οι εξής :



# Ηλεκτρισμός

## Διασυνδεδεμένο Σύστημα

---

### Λιγνιτικοί Σταθμοί

- ✓ Οι παλαιές μονάδες θα αντικατασταθούν βαθμιαία από νέες μονάδες
- ✓ Όσες παλαιές μονάδες παραμείνουν θα ελαττώσουν την λειτουργία τους
- ✓ Θα γίνει σύγκραυση βιομάζας από δασικά και αγροτικά υπολείμματα

# Ηλεκτρισμός

## Διασυνδεδεμένο Σύστημα

---

Θα αυξηθεί η εγκατεστημένη ισχύς :

- Σταθμών Φυσικού Αερίου Συνδυασμένου Κύκλου
- Αεριοστροβίλων Φυσικού Αερίου

για

καλύτερη διαχείριση των μεταβολών παραγωγής των  
Αιολικών και μείωση της απορριπτόμενης ενέργειας

# Ηλεκτρισμός

## Διασυνδεδεμένο Σύστημα

---

**Η Ανάπτυξη των ΑΠΕ θα στοχεύσει σε**

**Μεγαλύτερους σταθμούς ΑΠΕ όπως :**

- ❑ Μεγάλα Αιολικά Πάρκα και Μεγάλα Υδροηλεκτρικά

**Παράλληλα με μεσαίου μεγέθους σταθμούς ΑΠΕ όπως :**

- ❑ Μικρά Υδροηλεκτρικά, Βιοαέριο, Γεωθερμία, Συμπααραγωγή από Βιομάζα, Ηλιακά Θερμικά, κλπ.

# Ηλεκτρισμός Διασυνδεδεμένο Σύστημα

---

Επίσης θα πρέπει να διερευνηθεί η δυνατότητα ανάπτυξης αντλητικών υδροηλεκτρικών που θα συνεισφέρει επίσης στην μείωση της απορριπτόμενης ενέργειας από Αιολική Παραγωγή

# Ηλεκτρισμός

## Μη διασυνδεδεμένα νησιά

---

Τα νησιά θα διασυνδεθούν κατά βήματα στο διασυνδεδεμένο με τρεις στόχους :

- A) Σταδιακή απόσυρση των πετρελαικών σταθμών των νησιών
- B) Διάθεση στο διασυνδεδεμένο σύστημα του πλούσιου δυναμικού των ΑΠΕ στα νησιά, πχ Αιολικά, Φωτοβολταικά, Γεωθερμία, κλπ

# Ηλεκτρισμός

## Μη διασυνδεδεμένα νησιά

---

C) Ενσωμάτωση των παράκτιων Αιολικών