



Regulation of electricity and natural gas markets in Cyprus

Dr. Andreas Poulikkas

M.Phil, Ph.D, D.Tech, FIET

Chairman, Cyprus Energy Regulatory Authority

andreas.poulikkas@eecei.cut.ac.cy

Contents

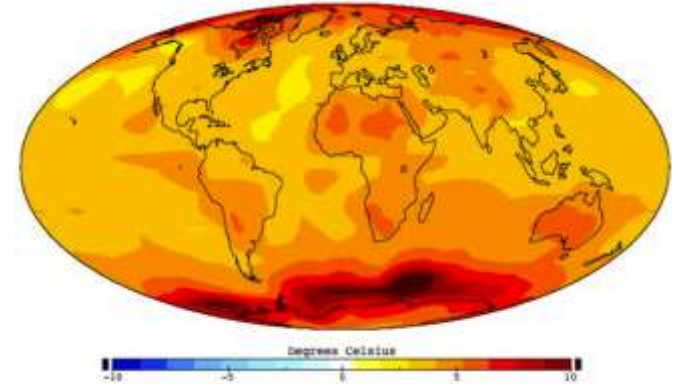
- **EU energy strategy** – 2020, 2030, 2050
- **Cyprus electricity and NG systems** – characteristics and solutions to isolation
- **Energy regulation** – basic principles
- **Challenges in electricity market**
- **Challenges in NG market**

EU energy strategy

2020, 2030, 2050

Future energy systems

- **Climate change**

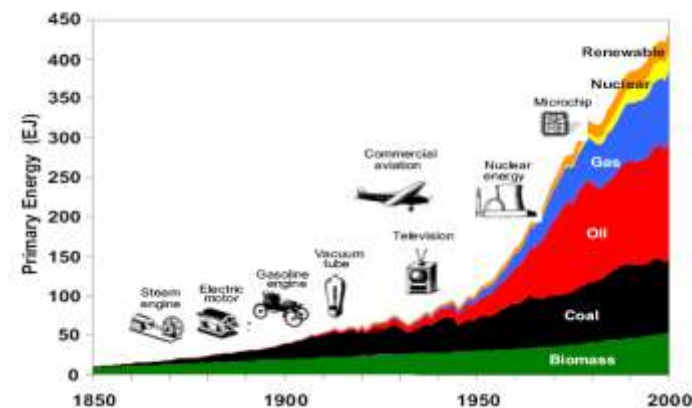


- **Third energy revolution**

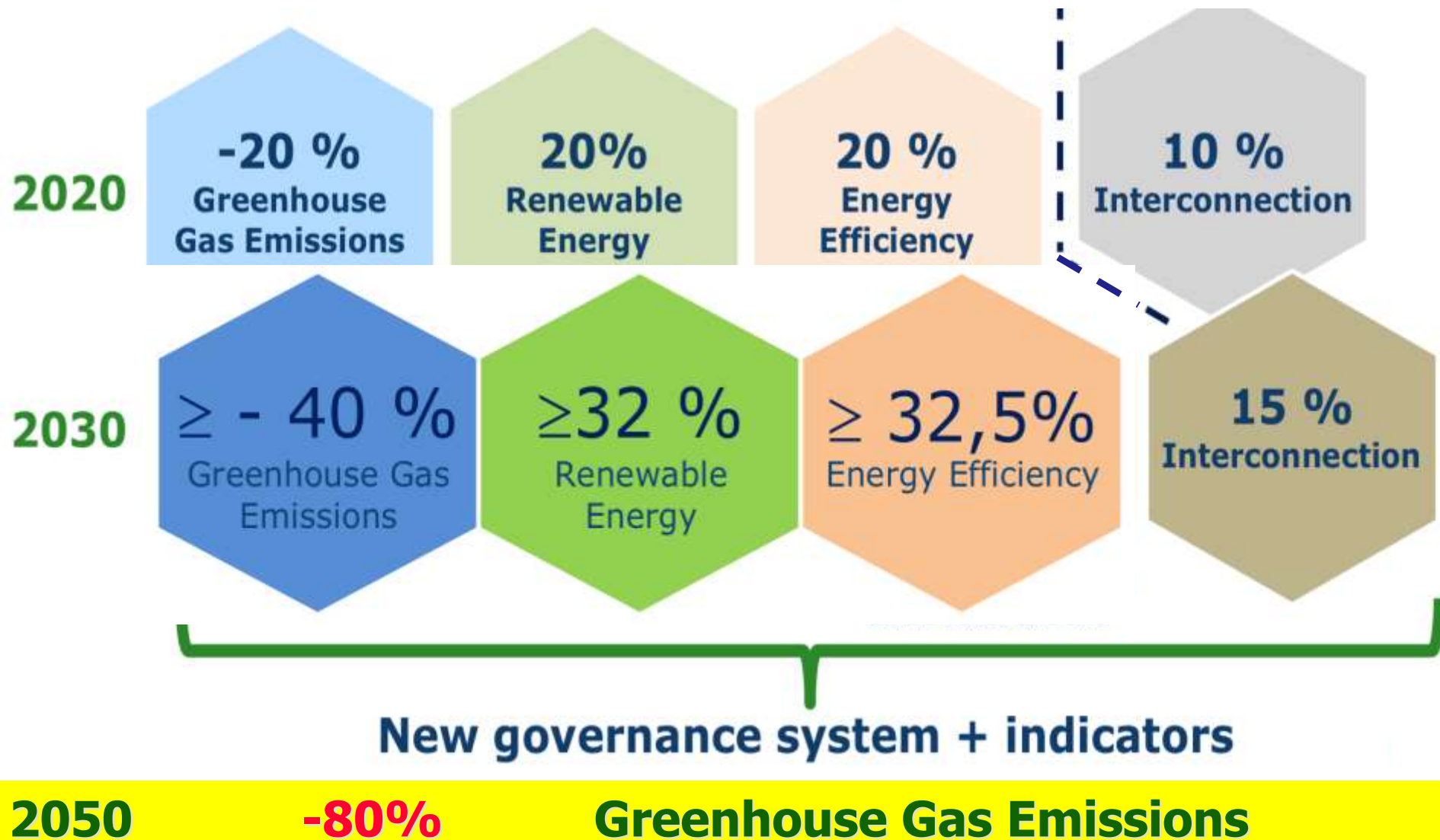
- **Future energy economics**

EU energy objectives

- greenhouse gas reduction
- sustainable production and consumption
- competition in electricity and natural gas markets
- security of supply

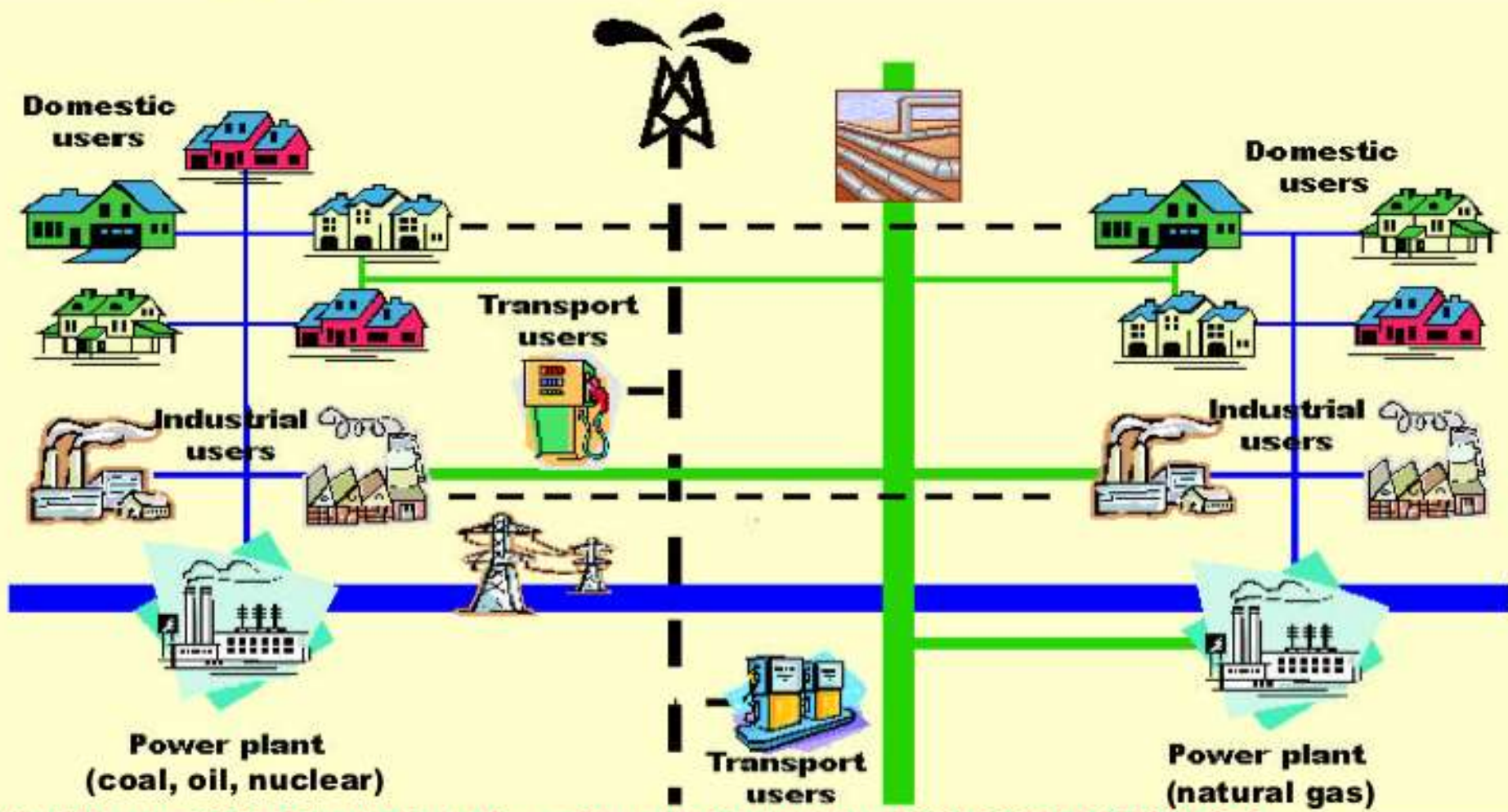


EU medium and long term targets



Current energy system

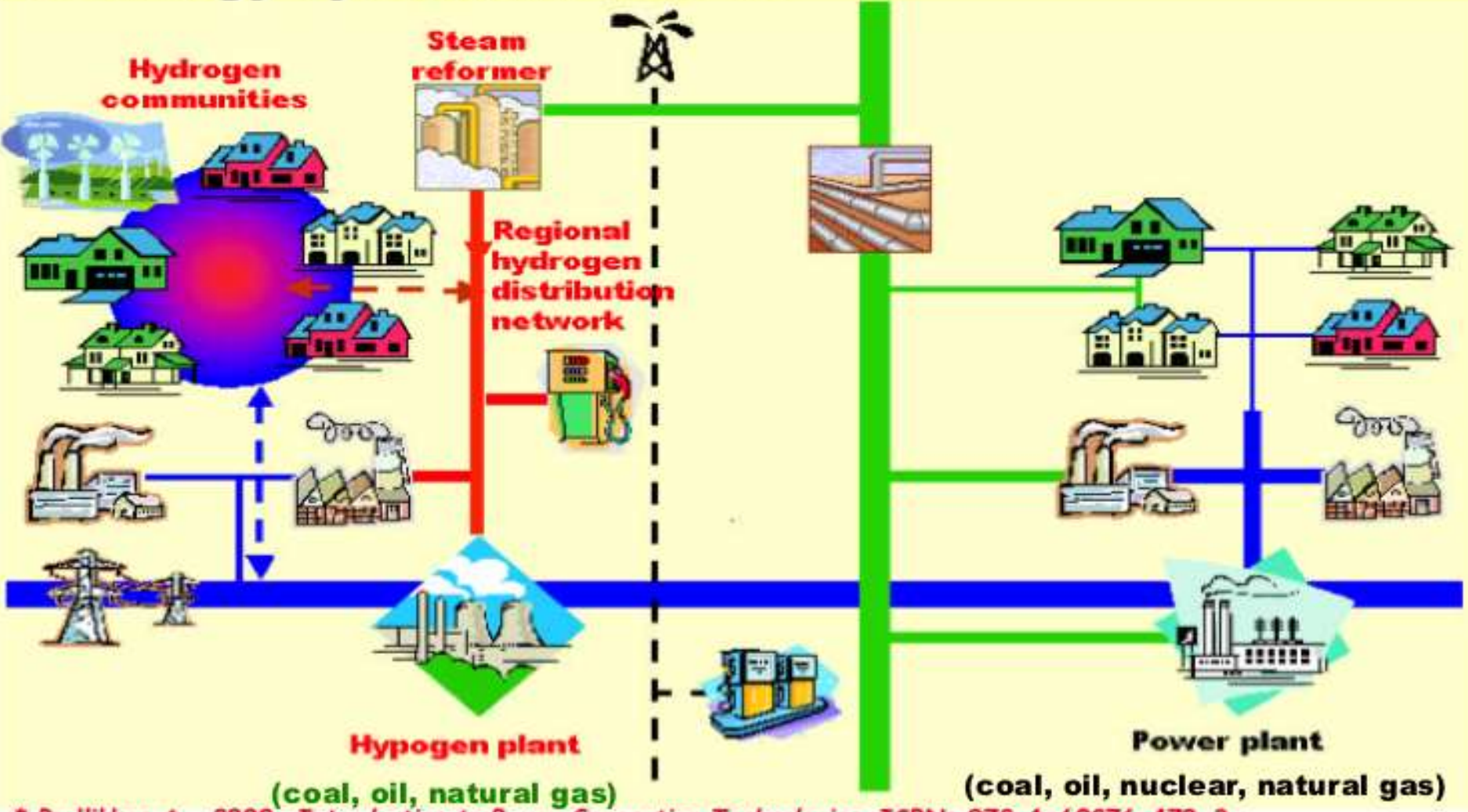
EU energy system today*



* Poullikkas A., 2009, *Introduction to Power Generation Technologies*, ISBN: 978-1-60876-472-3

Future energy systems (optimistic scenario)

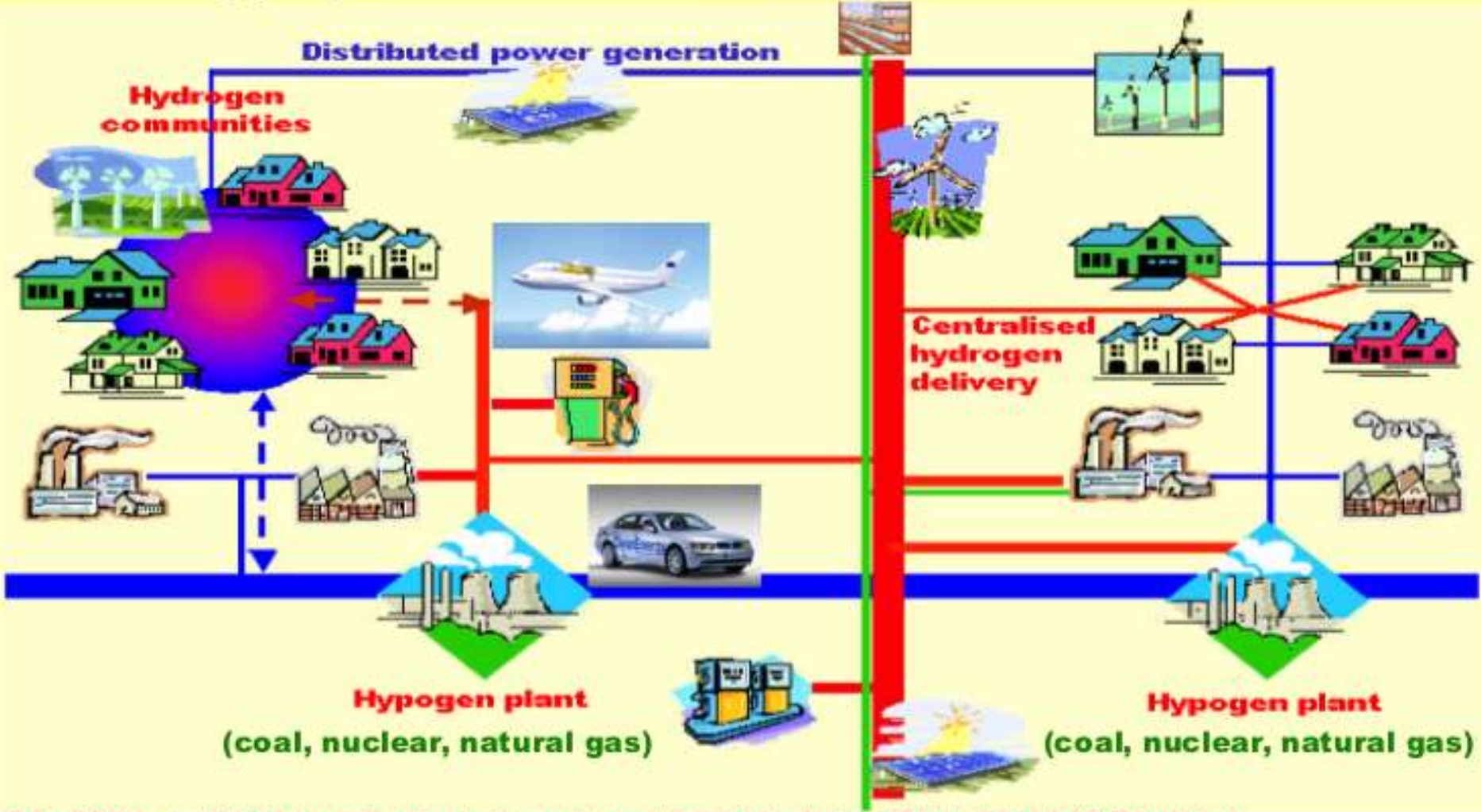
EU energy system in 2020-30*



* Poullikkas A., 2009, *Introduction to Power Generation Technologies*, ISBN: 978-1-60876-472-3

Future energy systems (optimistic scenario)

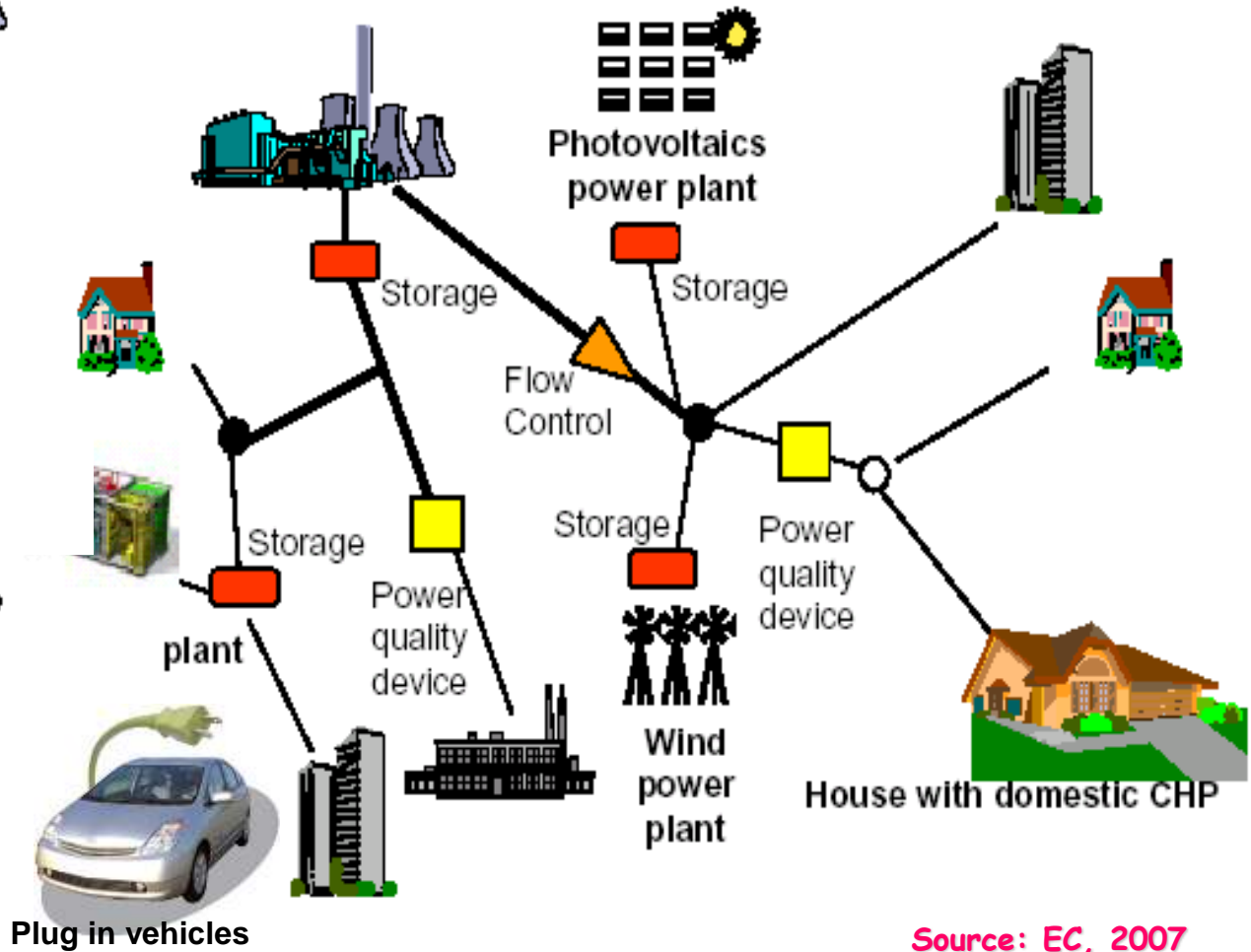
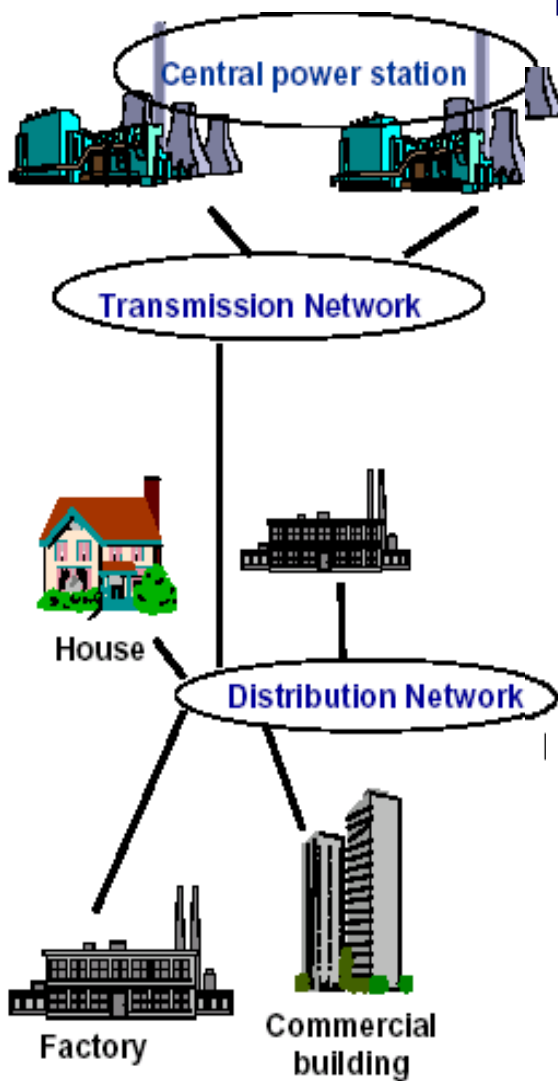
EU energy system in 2040-50*



* Poullikkas A., 2009, *Introduction to Power Generation Technologies*, ISBN: 978-1-60876-472-3

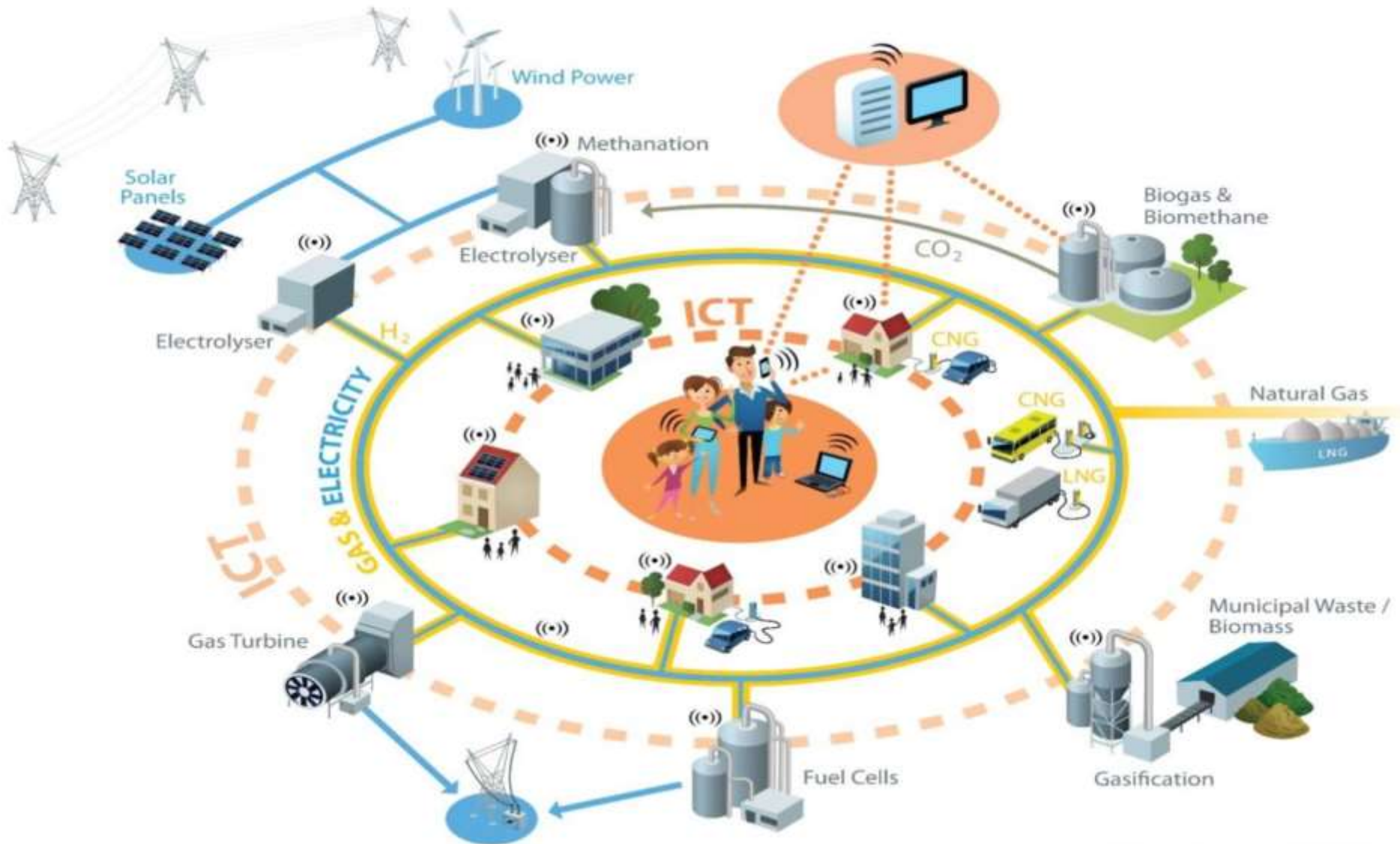
Future power systems

Today  Tomorrow: **CCS, RES, DG and hydrogen storage, smartgrids**



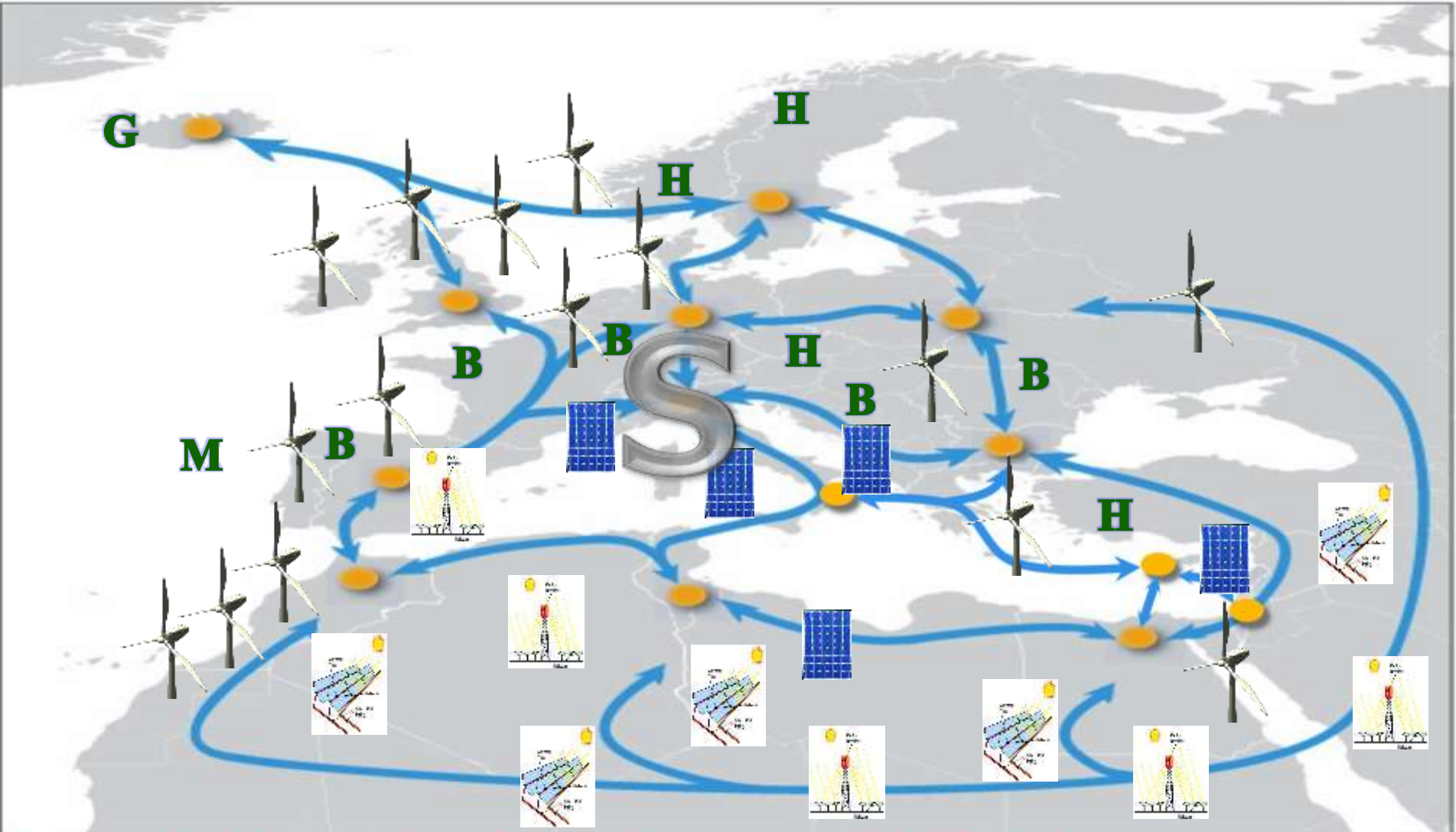
Source: EC, 2007

End goal – the smart future



The Super Smart Grid after 2050*

(may allow for 100% RES)



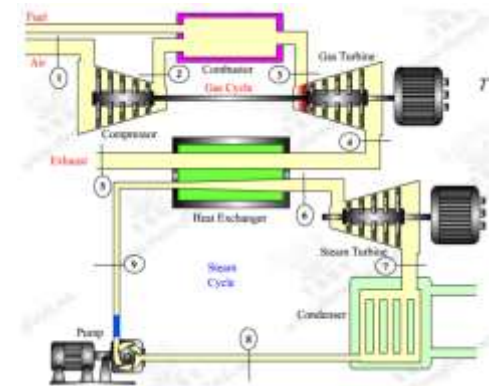
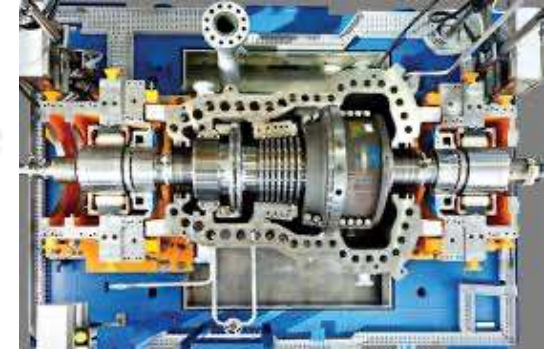
* Poulikkas A., 2013, Sustainable Energy Development for Cyprus, ISBN: 978-9963-7355-3-2

Cyprus current electricity and NG systems

Characteristics and solutions to isolation

Existing power generation system

- **Steam turbine units (HFO)**
 - Dhekelia power station 6x60MWe
 - Vasilikos power station 3x130MWe
- **Combined cycles (Diesel)**
 - Vasilikos power station 2x220MWe
- **Gas turbine units (Diesel)**
 - Moni power station 4x37,5MWe
 - Vasilikos power station 1x38MWe
- **Internal combustion engines (HFO)**
 - Dhekelia power station 6x17.5MWe



Existing power generation system (cont.)

- **Renewables**

- **PVs 146MWe**
- **Wind 157MWe**
- **Biomass 13MWe**

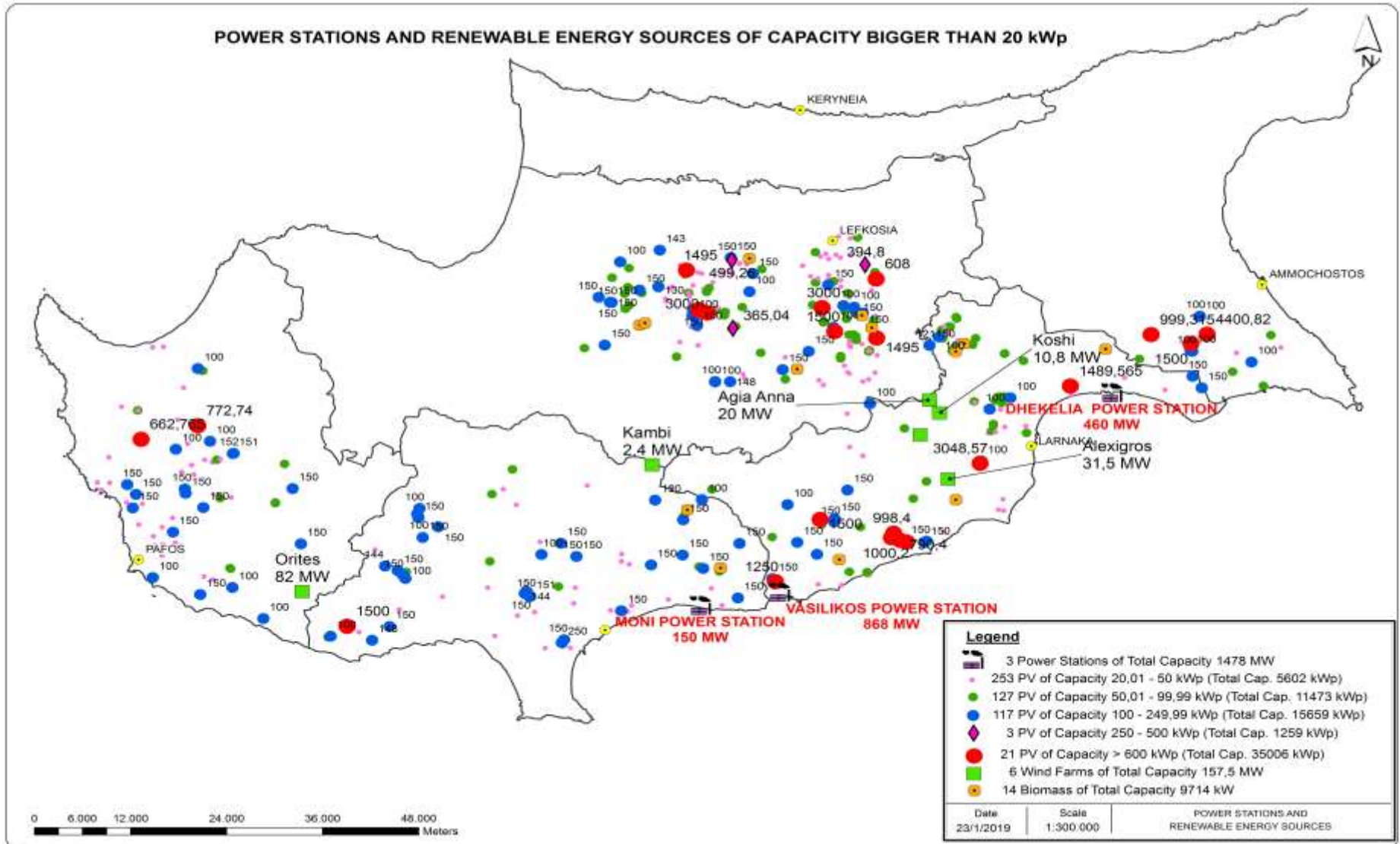


- **Total installed capacity:**

- **Conventional: 1483MWe**
- **Renewables: 316MWe**



Distribution of RES-E



Existing natural gas system

- Under development !
- For power generation as a start...



Characteristics of isolated electricity systems*



- **High fuel costs**
 - ~ use of oil derivatives
- **Economies of scale cannot be adequately exploited**
 - ~ generation units cannot exceed a certain size since the loss of a unit would mean the loss of a high percentage of the entire system
- **Need to maintain high reserve capacity to ensure power system reliability**

The smaller the electrical system size, the more the expenses will be

* Poullikkas A., 2015, *Sustainable Energy Policy for Cyprus*, ISBN: 978-9963-7355-6-3

Energy transition for non-interconnected islands*

Need to:

- Reduce cost of security of supply
- Achieve market integration
- Increase socio-economic welfare benefits

* Poullikkas A., 2013, *Renewable Energy: Economics, Emerging Technologies and Global Practices*, ISBN: 978-1-62618-231-8

The solution*

- **Increase system flexibility**
 - ~ integrate RES into electricity market
 - ~ use natural gas and RES for power generation
 - ~ promote e-mobility (V2G technology - bidirectional flow of electricity between the electric car and the grid)
- **Establish electricity interconnections**
 - ~ with EU internal electricity market (the island of Cyprus is the only non-interconnected Member State)
- **Production of hydrogen** (energy carrier)
 - ~ from RES and natural gas

* Poullikkas A., 2016, *Fundamentals of Energy Regulation*, ISBN: 978-9963-7355-8-7

Ρύθμιση ενεργειακού τομέα

Βασικές αρχές ρύθμισης

Βασικές αρχές ρύθμισης*

- **Ανεξαρτησία της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας**
- **Διαφάνεια στις αποφάσεις της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας**
- **Προστασία των επενδυτών και των καταναλωτών ενέργειας από τη Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας**

* Poullikkas A., 2016, *Fundamentals of Energy Regulation*, ISBN: 978-9963-7355-8-7

Επίτευξη βασικών αρχών ρύθμισης

- **Σωστό νομοθετικό πλαίσιο**
- **Αυτονομία στη διαχείριση των οικονομικών πόρων της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας**
- **Ικανό και επιστημονικά καταρτισμένο ανθρώπινο δυναμικό**

Η ΡΑΕΚ λογοδοτεί στον Οργανισμό Ρυθμιστών της ΕΕ

Η ΡΑΕΚ (Ευρωπαϊκή και Εθνική νομοθεσία)

- **Ανεξάρτητη Αρχή**, νομικά διακριτή και λειτουργικά ανεξάρτητη από κάθε άλλη δημόσια ή ιδιωτική οντότητα - δεν ζητά ούτε λαμβάνει απευθείας οδηγίες από οποιαδήποτε κυβέρνηση ή άλλη δημόσια ή ιδιωτική οντότητα κατά την άσκηση των ρυθμιστικών καθηκόντων
- **Λαμβάνει αυτόνομες αποφάσεις**
- **Καταρτίζει ξεχωριστές δημοσιονομικές προβλέψεις**, αυτονομία ως προς την εκτέλεση του προϋπολογισμού και για την εκτέλεση των καθηκόντων της
- **Διορίζει μέλη του προσωπικού του γραφείου της ΡΑΕΚ**, για την εκτέλεση των καθηκόντων της

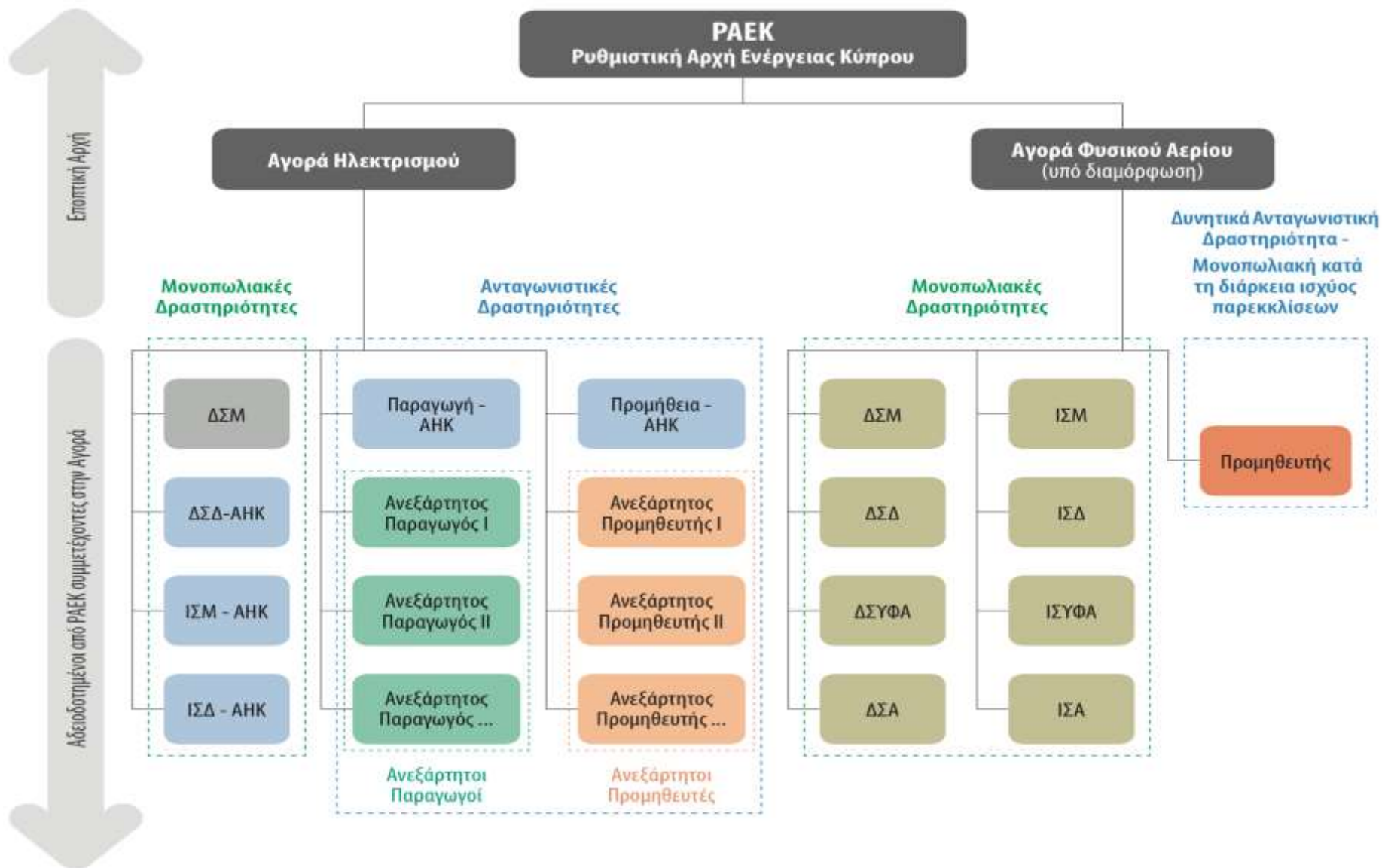
Κύριες εξουσίες ΡΑΕΚ

- **Επιβλέπει** και ρυθμίζει την αγορά ηλεκτρισμού και φυσικού αερίου
- **Διασφαλίζει** τον ουσιαστικό και υγιή ανταγωνισμό
- **Προστατεύει** τα συμφέροντα των καταναλωτών
- **Εξασφαλίζει** την ασφάλεια, την ποιότητα, την επάρκεια και την αξιοπιστία στην παροχή ενέργειας
- **Ενθαρρύνει** τη χρήση των ΑΠΕ

Κύριες εξουσίες ΡΑΕΚ (συνέχεια)

- **Αδειοδοτεί και επιβλέπει** όλους τους συμμετέχοντες στις αγορές ηλεκτρισμού και φυσικού αερίου:
 - **Ανταγωνιστικές δραστηριότητες:** παραγωγούς ηλεκτρικής ενέργειας, προμηθευτές ηλεκτρικής ενέργειας, προμηθευτές φυσικού αερίου, κλπ
 - **Μονοπωλιακές δραστηριότητες:** ιδιοκτήτη συστήματος μεταφοράς, διαχειριστή συστήματος μεταφοράς, ιδιοκτήτη συστήματος διανομής, διαχειριστή συστήματος διανομής, λειτουργό αγοράς, κλπ
- **Πιστοποιεί** τον διαχειριστή συστήματος μεταφοράς

Εποπτεία - αδειοδότηση



Challenges in electricity market

Electricity market complexities*

- **Energy market**
- **Power market (flow of energy)**
- **Ancillary services market**
 - **Reserve (spinning, cold, primary, etc.)**
 - **Voltage regulation**
 - **Frequency regulation, etc.**

* Poullikkas A., 2016, *Fundamentals of Energy Regulation*, ISBN: 978-9963-7355-8-7

Electricity market functions

- **Generation** (competition)



- **Transmission** (monopoly)



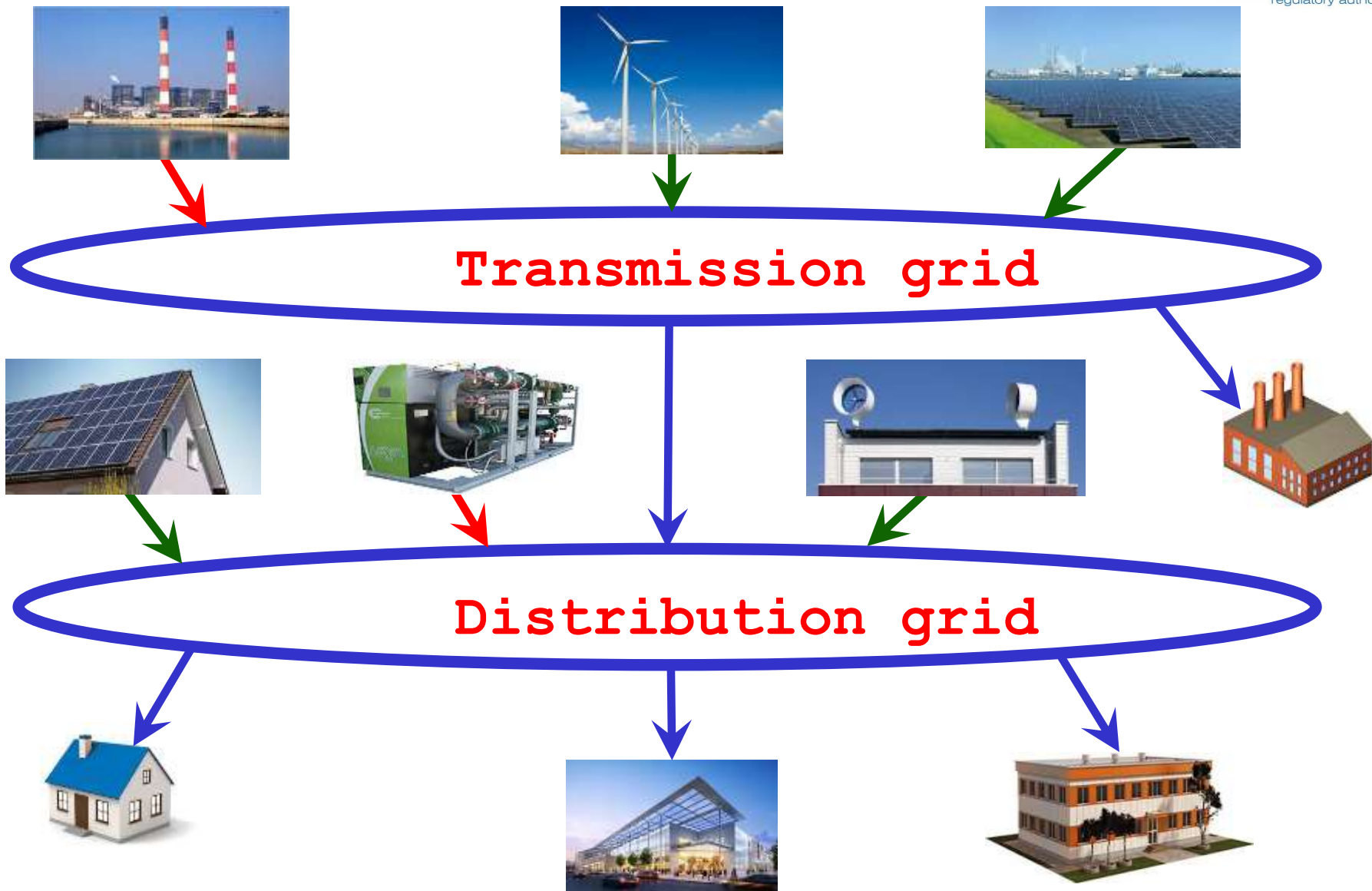
- **Distribution** (monopoly)



- **Supply** (competition)



Competition vs monopoly



EU electricity market target model*



Integration of RES: LCOE vs Reliability

* Nicolaidis P., Chatzis S., Poullikkas A., 2019, "Renewable energy integration through optimal unit commitment and electricity storage in weak power networks", *International Journal of Sustainable Energy*

Power system reliability*

- **adequacy**, PS ability to satisfy customers needs both in power and electrical energy
- **security**, PS ability to remain in operation after sudden disturbances

* Zachariadis T., Poullikkas A., 2012, “The costs of power outages: A case study for Cyprus”, *Energy Policy*

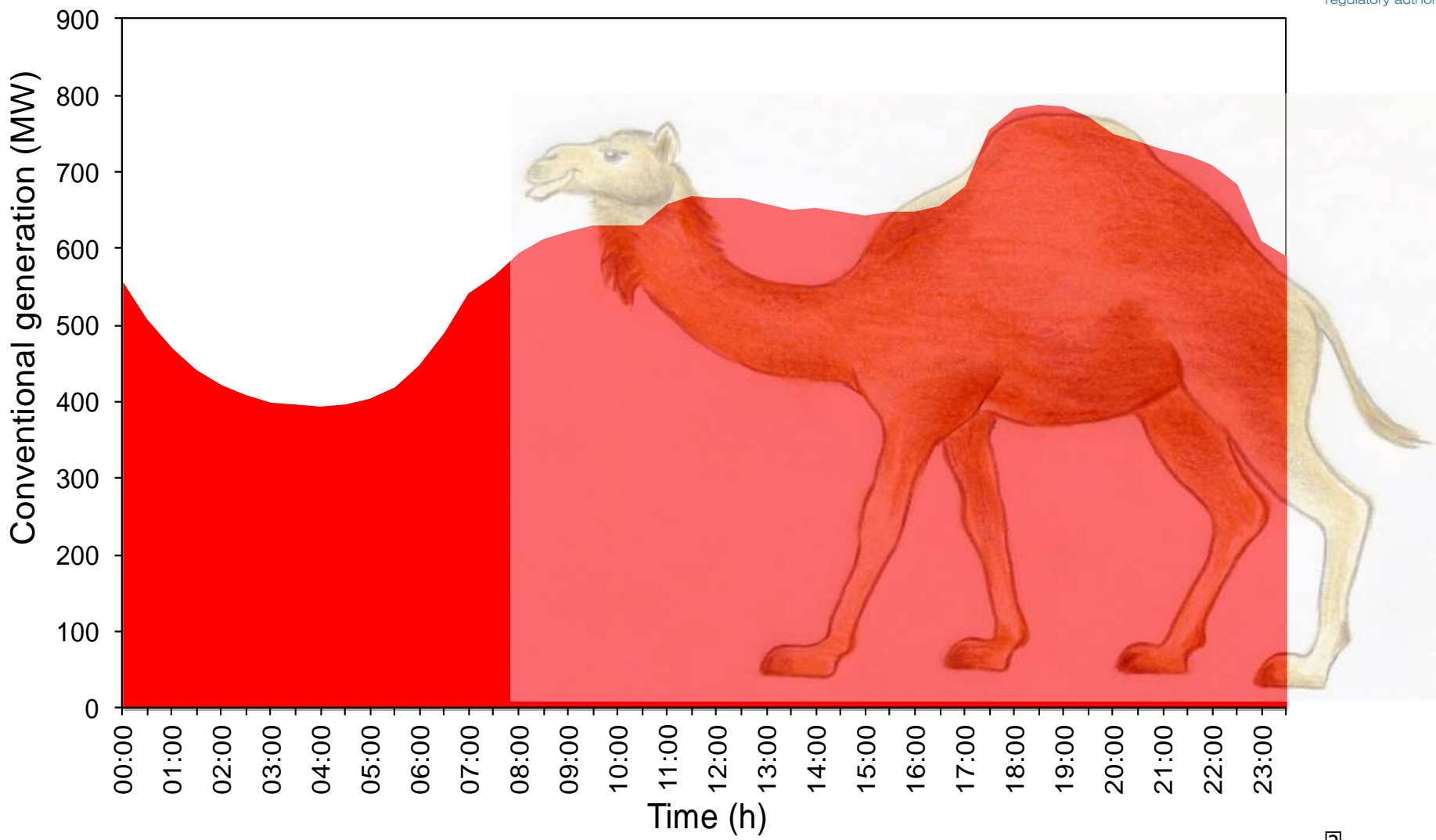
Intermittent energy source*

- Any source of energy that is not continuously available
- May be quite predictable
- Cannot be dispatched to meet the demand of a power system
- For dispatching need storage



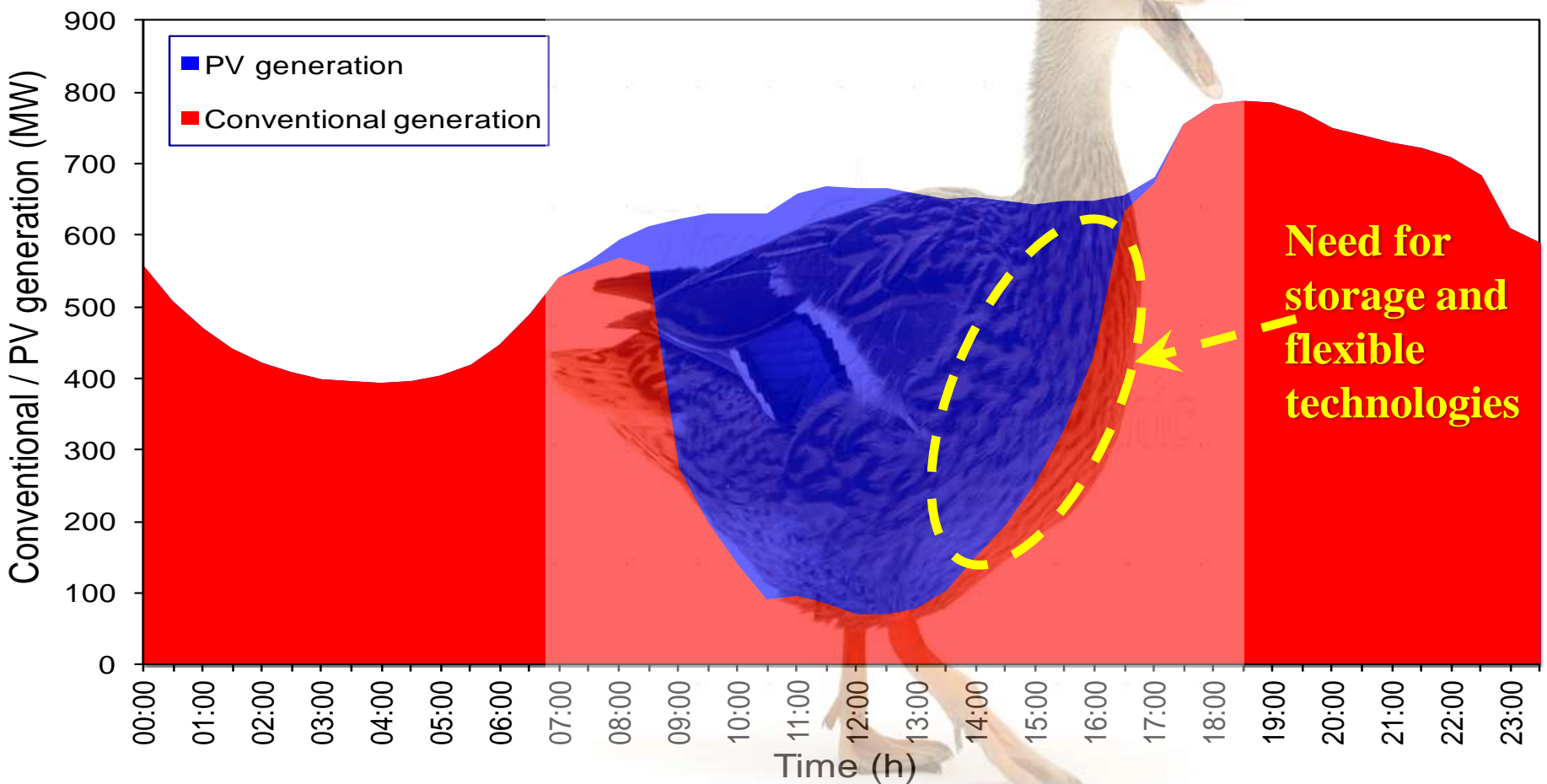
* Poullikkas A., 2013, *Renewable Energy: Economics, Emerging Technologies and Global Practices*, ISBN: 978-1-62618-231-8

Daily load curve (the 'camel curve')*



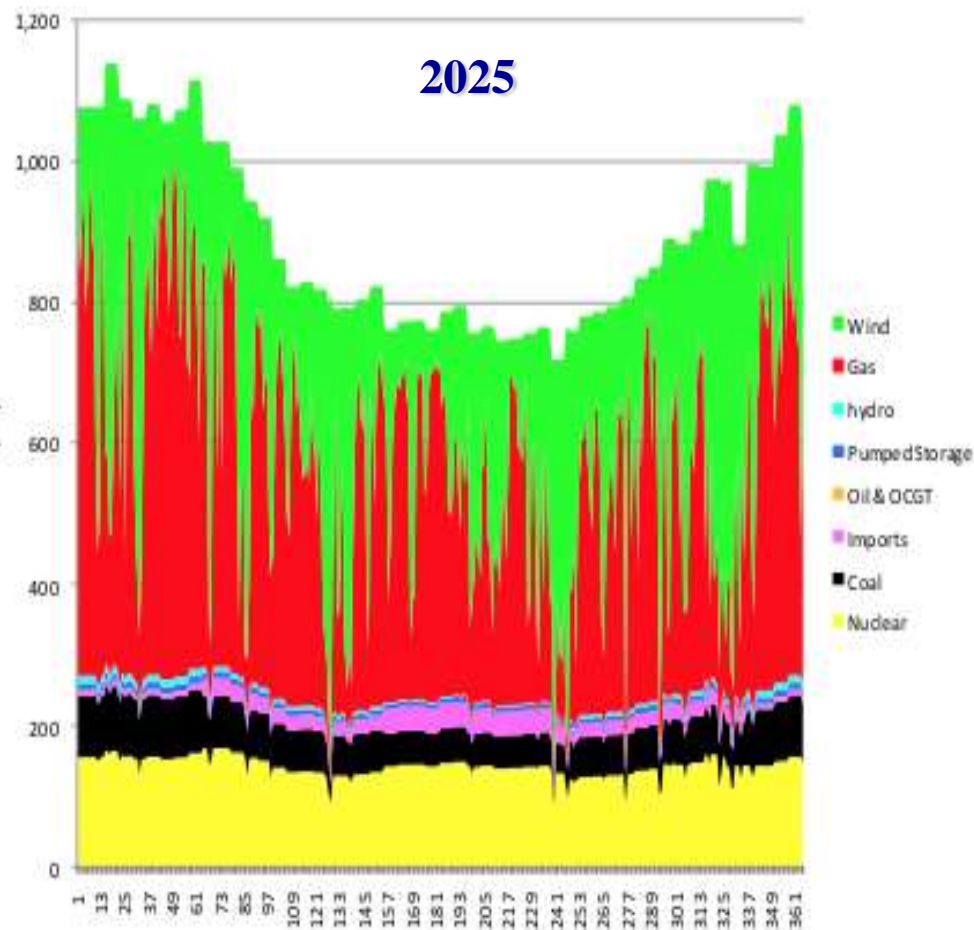
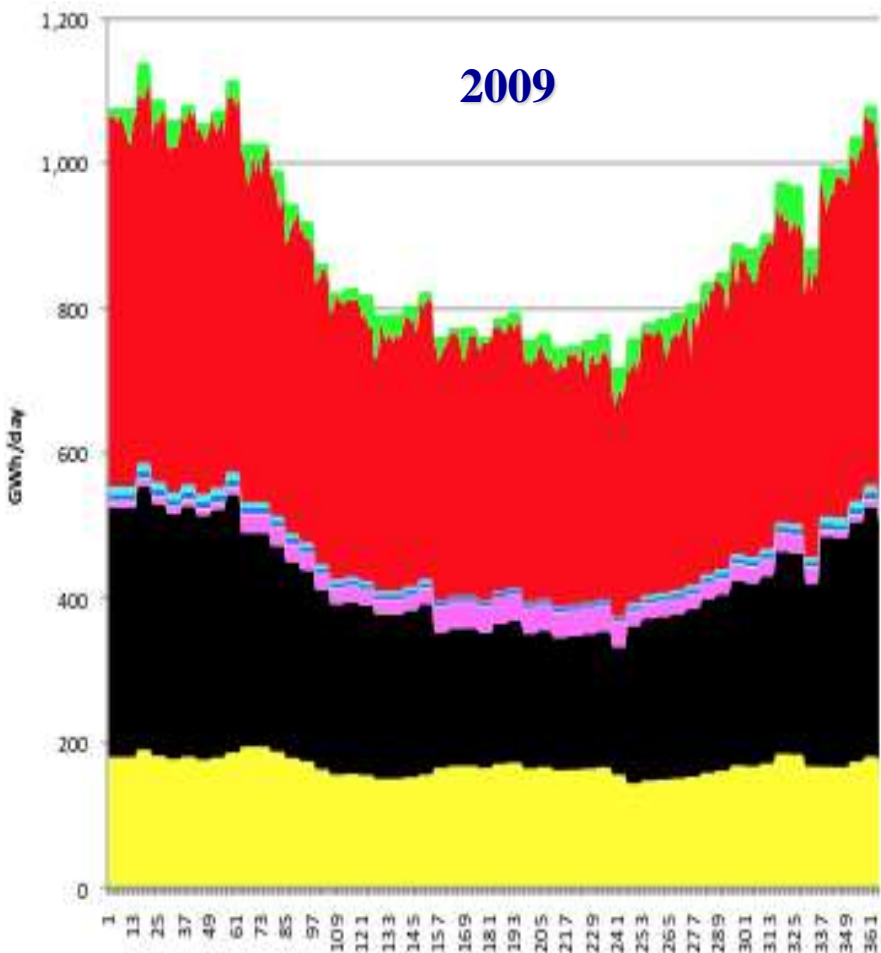
* Poullikkas A., 2016, "From the 'camel curve' to the 'duck curve' on electric systems with increasing solar power", *Accountancy*

Effect of PV generation on load curve (the 'duck curve')*



* Poullikkas A., 2016, "From the 'camel curve' to the 'duck curve' on electric systems with increasing solar power", Accountancy

Gas is a pillar of renewable energy (power production in UK*)



* H.V. Rogers, 2011, *The Impact of Import Dependence and Wind Generation on UK Gas Demand and Security of Supply to 2025*, The Oxford Institute For Energy Studies

Αγορά ηλεκτρισμού

Ανησυχία ΡΑΕΚ και Πολιτείας για καθυστέρηση για την πλήρη εμπορική λειτουργία του νέου Μοντέλου Αγοράς Ηλεκτρισμού:

- **Ρυθμιστική Απόφαση 01/2017 (ΚΔΠ 34/2017) «περί Εφαρμογής Δεσμευτικού Χρονοδιαγράμματος για την Πλήρη Εμπορική Λειτουργία του Νέου Μοντέλου Αγοράς Ηλεκτρισμού» - πλήρη εγκατάσταση και λειτουργία του λογισμικού MMS (Market Management System) – μέχρι 1 Ιουλ 2019**
- **Ρυθμιστική Απόφαση 04/2017 (ΚΔΠ 223/2017) «περί Εφαρμογής Μεταβατικής Ρύθμισης στην Αγορά Ηλεκτρισμού της Κύπρου πριν την Πλήρη Εφαρμογή του Νέου Μοντέλου Αγοράς Ηλεκτρισμού» – διμερή συμβόλαια μεταξύ παραγωγών και προμηθευτών με μηνιαία περίοδο εκκαθάρισης – από 1 Σεπ 2017**
- **Ρυθμιστική Απόφαση 05/2017 (ΚΔΠ 321/2017) «περί Εφαρμογής Δεσμευτικού Χρονοδιαγράμματος για την Πλήρη Εγκατάσταση και Λειτουργία από τον ΔΣΔ του Λογισμικού MDMS» - πλήρη εγκατάσταση και λειτουργία του λογισμικού MDMS (Meter Data Management System) – μέχρι 1 Απρ 2019**

Προαπαιτούμενα για λειτουργία αγοράς ηλεκτρισμού

- **Νέες ρυθμιζόμενες διατιμήσεις ΑΗΚ**
- **Στελέχωση ΔΣΜΚ**
- **Νέοι κανόνες αγοράς ηλεκτρισμού**
- **Αναθεώρηση κανόνων μεταφοράς και διανομής**
- **Διαχωρισμένοι Λογαριασμοί ΑΗΚ**
- **Λειτουργικός Διαχωρισμός ΑΗΚ**

Προαπαιτούμενα για λειτουργία αγοράς ηλεκτρισμού (συνέχεια)

- Αναθεώρηση νομοθεσίας
- Διαχωρισμός ΔΣΜΚ από την καθετοποιημένη ΑΗΚ
- Διαγωνισμός για λογισμικό MMS
- Διαγωνισμός για λογισμικό MDMS
- Δοκιμαστική λειτουργία των συστημάτων λειτουργίας της αγοράς
- Εμπορική λειτουργία νέου μοντέλου αγοράς ηλεκτρισμού

Κύριες πρόνοιες Μεταβατικής Ρύθμισης

- Εφαρμογή Μεταβατικής Ρύθμισης στην Αγορά Ηλεκτρισμού με **Διμερή Συμβόλαια μεταξύ Παραγωγών και Προμηθευτών με μηνιαία περίοδο εκκαθάρισης**
- Έναρξη λειτουργίας της Μεταβατικής Ρύθμισης την **1η Σεπτεμβρίου 2017**
- Ισχύς Μεταβατικής Ρύθμισης μέχρι την πλήρη εφαρμογή του **Νέου Μοντέλου Αγοράς Ηλεκτρισμού**

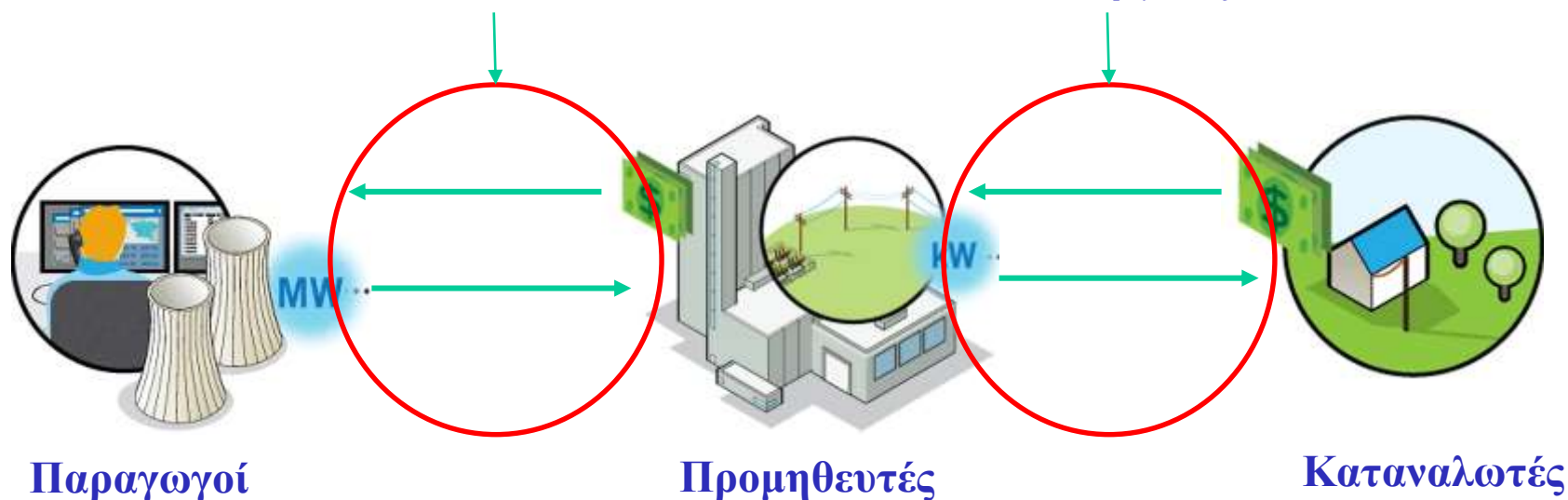
Κάλυψη διαδικασιών αγορών ηλεκτρισμού

A/A	Πυλώνες αγοράς	Μεταβατική Ρύθμιση
1	Προθεσμιακή διμερή συμβόλαια	Καλύπτεται πλήρως
2	Κεντρικά οργανωμένη Προθεσμιακή Αγορά	Δεν καλύπτεται
3	Ημερήσια Αγορά	Δεν καλύπτεται
4	Ενδοημερήσια Αγορά	Δεν καλύπτεται
5	Αγορά Εξισορρόπησης Ισχύος	Δεν καλύπτεται
6	Μηχανισμός Εξισορρόπησης Ισχύος	Δεν καλύπτεται
7	Αγορά Επικουρικών Υπηρεσιών	Δεν καλύπτεται
8	Διαχείριση μετρήσεων	Καλύπτεται μερικώς (μόνο για μετρητές τύπου STOD)
9	Συμβιβασμός εκκαθάρισης	Καλύπτεται
10	Εγγυοδοσία	Καλύπτεται
11	Διαχείριση μιστάδων ΑΠΕ	Καλύπτεται
12	Πληροφοριακή υποδομή	Δεν απαιτείται ειδικό λογισμικό αγοράς
13	Χρόνος ολοποίησης πληροφοριακής υποδομής	Δεν απαιτείται ειδικό λογισμικό αγοράς

Κύρια χαρακτηριστικά Μεταβατικής Ρύθμισης

Διμερή Εξωχρηματιστηριακά Συμβόλαια
για αγοραπωλησία ηλεκτρικής ενέργειας
σε μηνιαία βάση

Σύναψη Συμβάσεων για την
προμήθεια ηλεκτρικής
ενέργειας



Αδειοδότηση 13 προμηθευτών

Basics of electricity tariffs

- **Generation cost including reserves to meet peak demand and forced outages at reference fuel prices (e.g. at 300€/MT)**
- **Transmission and distribution cost**
- **Metering cost**
- **Supply cost**
- **Rate of return**
- **Fuel cost adjustment at real fuel (e.g., Aug 2017 318€/MT or Aug 2018 460€/MT)**

Tariff regulation*

- **Incentive regulation vs cost plus regulation**
- **New regulated tariffs since Sep 2017**
 - **Public consultation**
 - **Allowable income for the next 5 years**
 - **WACC set at 4.6% (significantly decreased)**
 - **Efficiency factor set at -1.5%**
 - **Overall ~ 6% reduction on basic tariffs**
 - **Transparency in electricity bills**

* Poullikkas A., 2016, *Fundamentals of Energy Regulation*, ISBN: 978-9963-7355-8-7

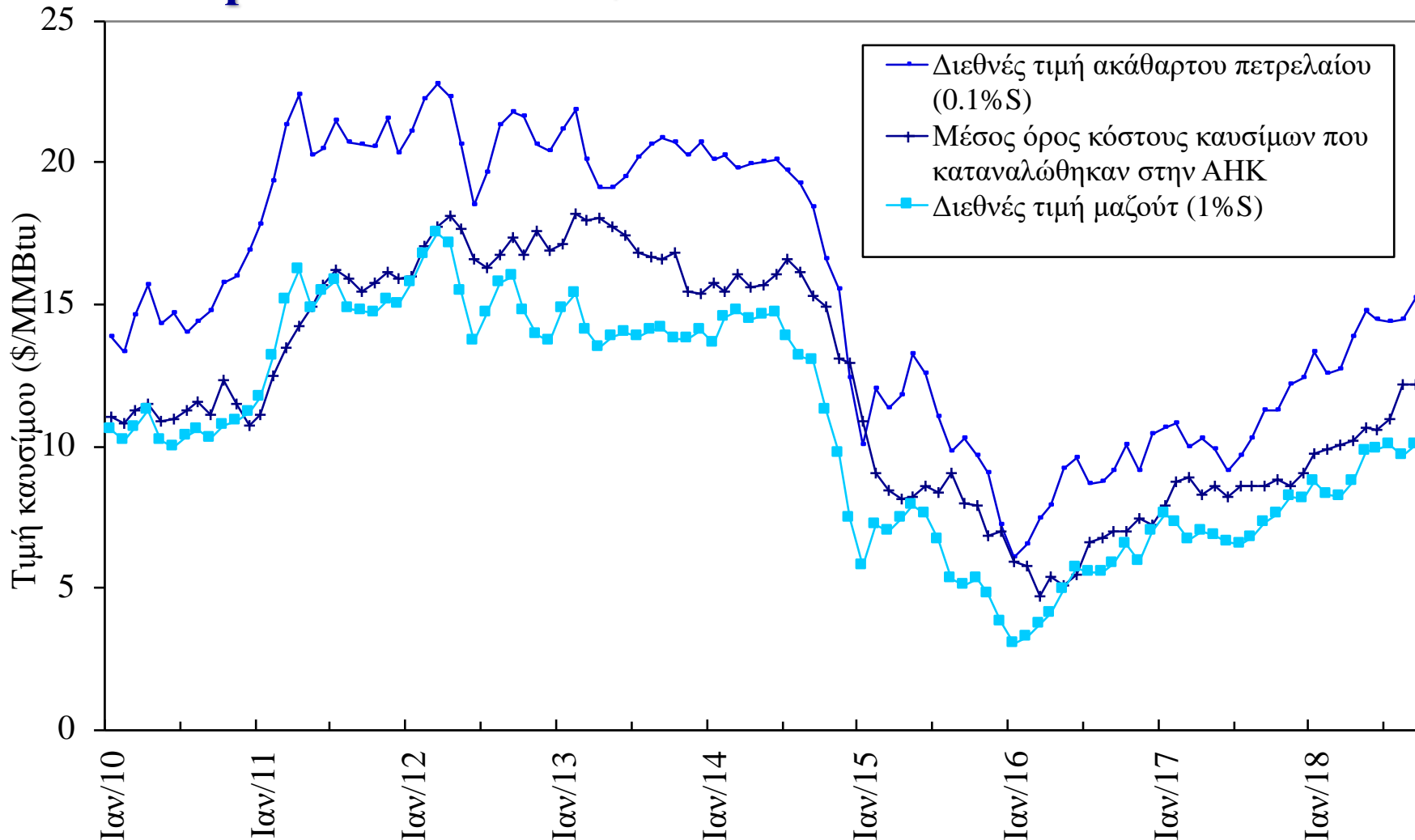
Parameters affecting electricity price*

- **Capital expenditure** – control by allowable income
- **Operating cost** – control by allowable income
- **Other taxes** – Government policy
 - Green tax
 - Public service obligations
 - VAT
- **Fuel mix** – available generation technologies; fuel used
- **Fuel price** – international market

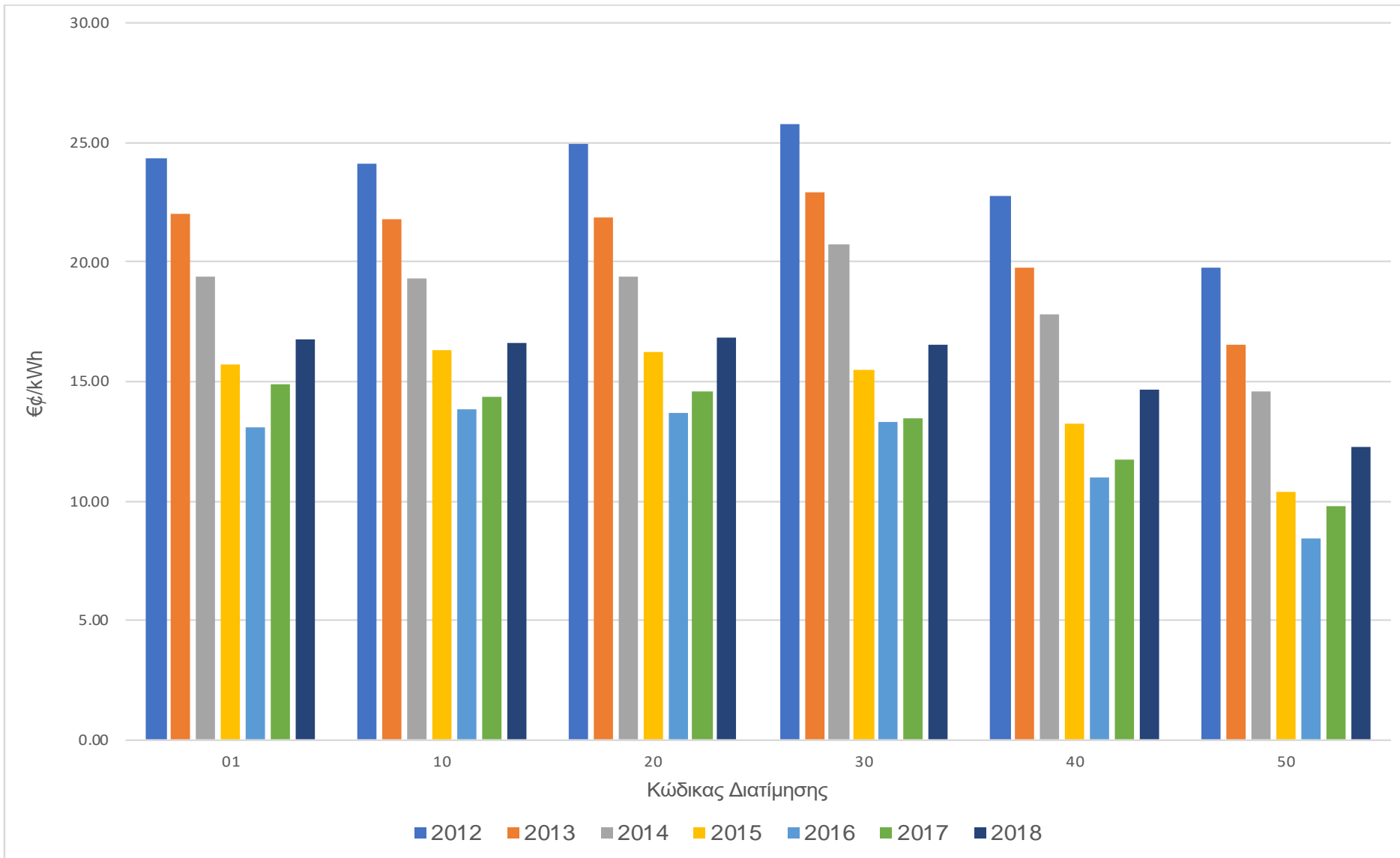
* Poullikkas A., 2018, “An adaptive longterm electricity price forecasting modelling using Monte Carlo simulation”,
Journal of Power Technologies

Historic fuel prices

- **Brent oil price 2017: 50US\$/bbl**
- **Brent oil price 2018: 80US\$/bbl**



Historic tariffs for Cyprus* (2012-2018)



Electricity bill

ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΜΕΤΡΗΤΗ (kWh)				
Διατίμηση	Τελευταία	Προηγούμενη	ΣΜ	Κατανάλωση
01	99780	97910		1870
	Σύνολο κατανάλωσης			1.870 kWh
	Αντίστοιχη περσινή κατανάλωση			1.499 kWh



Εξόφληση μέσω μισθολογίου ΑΗΚ
Πληρωμή με μηνιαίες δόσεις. Ποσό δόσης €225
Βασική τιμή καυσίμων: €300/ΜΤ {Μετρικό Τόνο}
Τρέχουσα τιμή καυσίμων: €439,15/ΜΤ
Αναπροσαρμογή τιμής καυσίμων: €0,034321/kWh

ΑΝΑΛΥΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΔΟ 11/12/2018 - 11/02/2019	Αξία (€)
Χρεώσεις Διατίμησης 01	
Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργ. {1.870 kWh x €0,0923} Χρήση Δικτύου {1.870 kWh x €0,0321} Επικουρικές Υπηρεσίες {1.870 kWh x €0,0067} Μέτρηση Κατανάλωσης Προμήθεια Ηλεκτρικής Ενέργειας	
Σύνολο με Βασική Τιμή Καυσίμων Αναπροσαρμογή Καυσίμων {1.870kWh x €0,034321} Υποχρεώσεις Δημόσιας Ωφελείας {1.870kWh x €0,00083}	
Σύνολο πριν το ΦΠΑ {19%} Ταμείο ΑΠΕ & ΕΞΕ {1.870kWh x €0,01}	
Σύνολο χρεώσεων περιόδου εκτός ΦΠΑ ΦΠΑ {19%}	
Σύνολο χρεώσεων περιόδου Υπόλοιπο από μεταφορά Πληρωμές	
Υπόλοιπο προς μεταφορά	
Πληρωτέο μέχρι 06/03/2019	

Πρόσφατες σημαντικές Ρυθμιστικές Αποφάσεις

- **Ρυθμιστική Απόφαση 02/2018 (ΚΔΠ 259/2018)** «περί Εφαρμογής Δεσμευτικού Χρονοδιαγράμματος για τη Μαζική Εγκατάσταση και Λειτουργία από τον ΔΣΔ Υποδομής Ευφών Συστημάτων Μέτρησης (Advanced Metering Infrastructure)» - εγκατάσταση έξυπνων μετρητών σε όλους τους καταναλωτές ηλεκτρισμού
- **Ρυθμιστική Απόφαση 02/2019 (ΚΔΠ 204/2019)** «περί Εκπόνησης εμπειριστατωμένης τεχνοοικονομικής μελέτης επανασχεδιασμού του Συστήματος Μεταφοράς και Συστήματος Διανομής 2021-2030» - ευέλικτο και αμφίδρομο ηλεκτρικό σύστημα για μεγάλη εισδοχή ΑΠΕ σε συνδυασμό με συστήματα αποθήκευσης ενέργειας πέραν του 2020
- **Ρυθμιστική Απόφαση 03/2019 (ΚΔΠ 224/2019)** «περί Θέσπισης βασικών αρχών Ρυθμιστικού Πλαισίου λειτουργίας εγκαταστάσεων αποθήκευσης ηλεκτρισμού ανάντη του μετρητή στη χονδρική αγορά ηλεκτρισμού» - λειτουργία εγκαταστάσεων αποθήκευσης ηλεκτρισμού στη χονδρική αγορά ηλεκτρισμού

Challenges in natural gas market

Pathways to low emissions

1. Gas is **clean**



gas produces
less than half as much
CO₂ per kWh than
electricity

2. Gas is **scalable**



Gas is sufficiently
abundant to continue to
meet a large share of
European and global
energy demand

Why gas is
perfectly suited
to play a pivotal
role in the
energy mix of
the future

3. Gas is **flexible**



Gas can
quickly meet short
term fluctuations in
power demand where
other power sources
can not

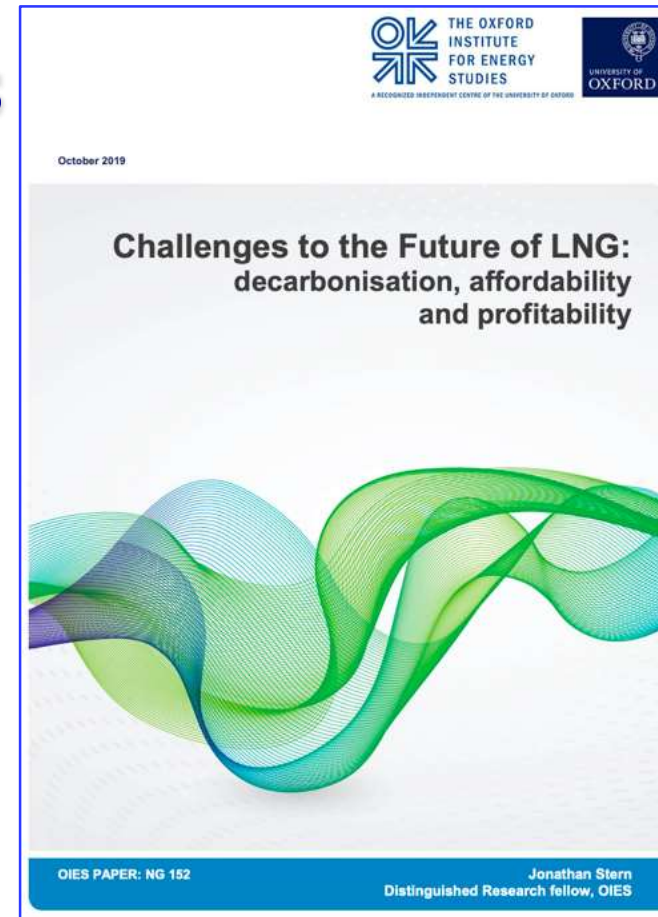
3. Gas **technology** is improving



Gas technological
improvements are
driving energy efficiency
gains

Use of natural gas as a transition or bridge fuel*

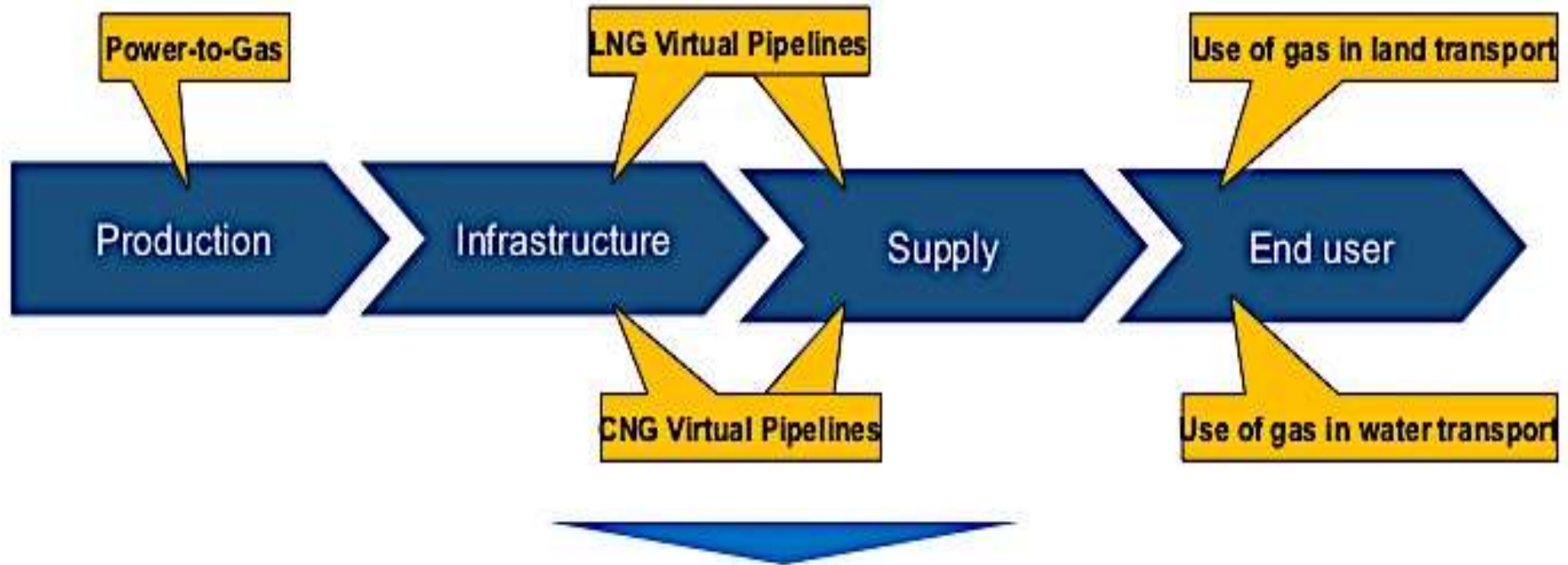
- switching from coal to gas
- using gas to back up intermittent renewables
- the quickest, easiest and lowest cost decarbonisation path



- Stern J., 2019, *Challenges to the future of LNG: decarbonisation, affordability and profitability*, The Oxford Institute For Energy Studies

EU gas market target model

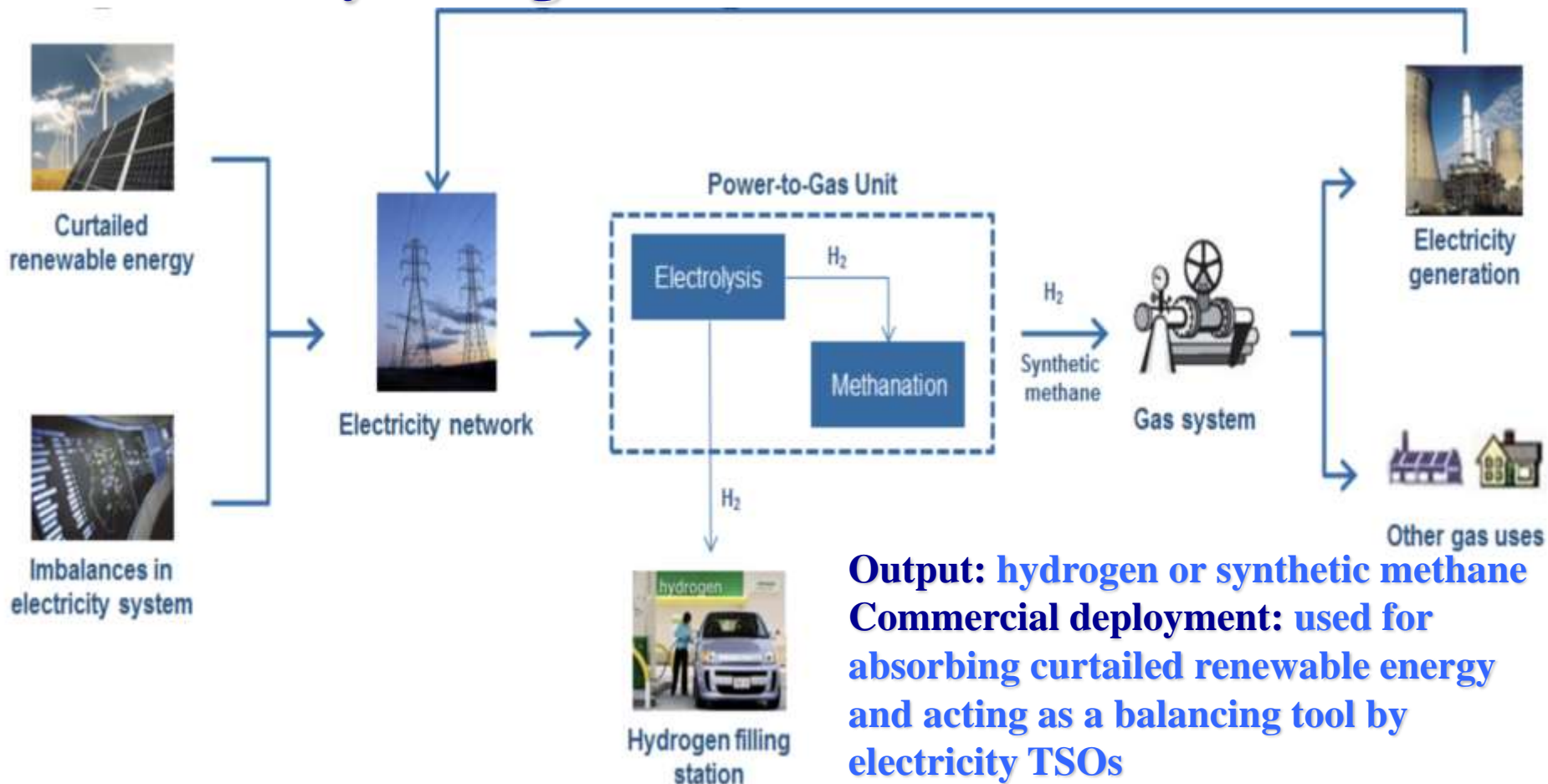
- The new uses for gas have different roles across the gas supply chain



Virtual pipelines are closely related to the development of the use of gas in the transport sector, particularly in the case of LNG

Power-to-Gas (P2G)*

- energy storage technology linking the electricity and gas infrastructure



- Poullikkas A., 2005, "An overview of current and future sustainable gas turbine technologies", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*

Αγορά φυσικού αερίου

- **Απόφαση Υπουργικού Συμβουλίου**
 - Εισαγωγή υγροποιημένου φυσικού αερίου ως μόνιμη λύση και παράλληλη με εκείνη του εφοδιασμού από φυσικό αέριο κοιτασμάτων ΝΑ Μεσογείου (ασφάλεια εφοδιασμού)
 - Αποσύνδεση υποδομής από συμβόλαιο προμήθειας υγροποιημένου φυσικού αερίου
- **Υποδομή ΥΦΑ – Έργο Κοινού Ενδιαφέροντος – Χορηγία €Μ101**
- **Απόφαση Υπουργικού Συμβουλίου για αναδυόμενη αγορά και Διαχειριστές**

Ενέργειες ΡΑΕΚ

- Έγγραφο «Βασικές Αρχές Τιμολόγησης των Εγκαταστάσεων ΥΦΑ», 30 Ιουνίου 2017
- Συμφωνία ΡΑΕΚ - ΡΑΕ «Cross-Border Cost Allocation Agreement between Regulatory Authority for Energy of Greece and Cyprus Energy Regulatory Authority», 9 Οκτωβρίου 2017 - Έργο Κοινού Ενδιαφέροντος Αρ. 7.3.2 «Removing internal bottlenecks in Cyprus to end isolation and to allow for the transmission of gas from the Eastern Mediterranean region» (κατατέθηκε στον ACER)
- Απόφαση Διασυνοριακού Επιμερισμού Κόστους Έργου Κοινού Ενδιαφέροντος Αρ. 7.3.2 «Removing internal bottlenecks in Cyprus to end isolation and to allow for the transmission of gas from the Eastern Mediterranean region», 10 Οκτωβρίου 2017
- Ρυθμιστική Απόφαση 01/2019 (ΚΔΠ 203/2019) «Δήλωση Ρυθμιστικής Πρακτικής και Μεθοδολογία Διατιμήσεων Φυσικού Αερίου»

Ενέργειες ΡΑΕΚ (συνέχεια)

- Δημιουργία πλαισίου αγοράς φυσικού αερίου
 - Αναθεώρηση νομοθεσίας
 - Κανονισμοί αδειοδότησης
 - Κανονισμοί τήρησης και διαφάνειας λογαριασμών
 - Κανονισμοί Προμήθειας ΦΑ

