

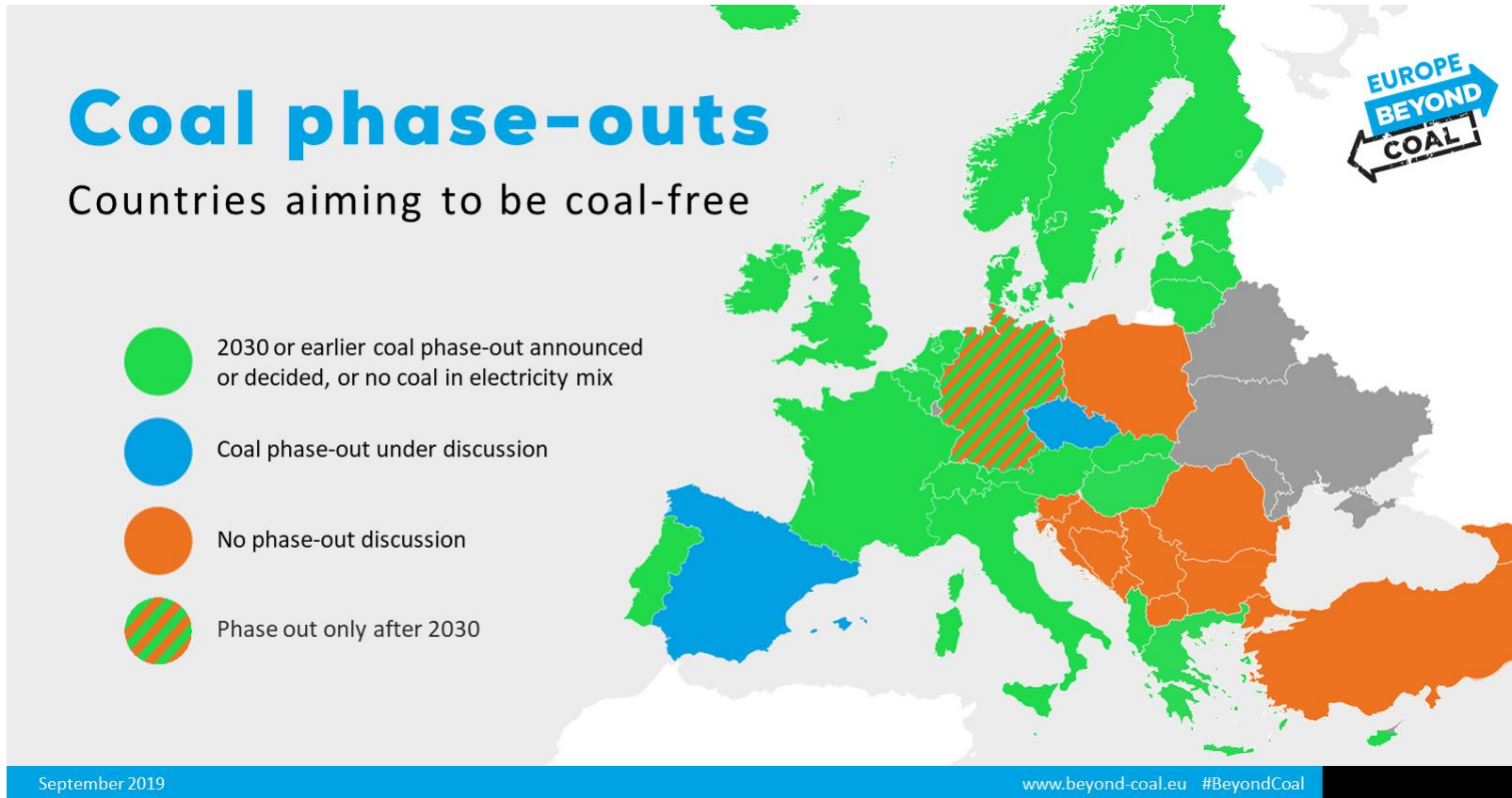
Αναδυόμενες τεχνολογίες: Θερμική Αποθήκευση και Υδρογόνο

Νίκος Μάντζαρης, The Green Tank

Συνέδριο του energypress για ΑΠΕ και Αποθήκευση Ενέργειας

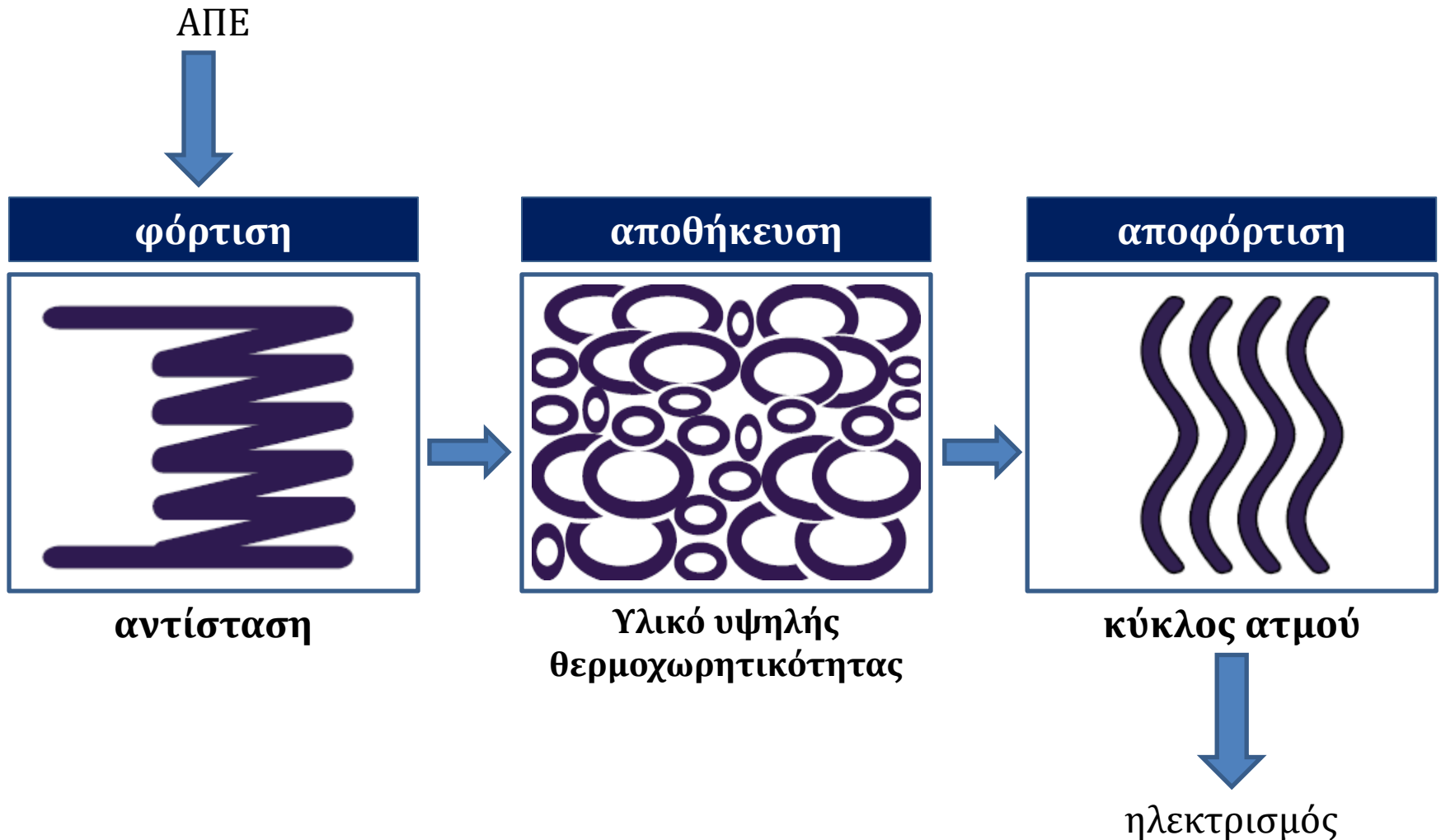
13 Νοεμβρίου 2020

Γιατί μετατροπή λιγνιτικών μονάδων;



- ✓ ~93 GW υπό απόσυρση - 118 GW ως το 2030 (;)
- ✓ Υφιστάμενες υποδομές, σύνδεση με δίκτυο
- ✓ 55% μείωση ΑΘ ως το 2030 → Αύξηση ΑΠΕ → Αυξημένες ανάγκες αποθήκευσης
- ❑ Ιδέα: Μετατροπή μονάδων λιγνίτη και λιθάνθρακα σε μονάδες αποθήκευσης

Θερμική αποθήκευση: Αρχή λειτουργίας



✓ Συμβολή συμβατικών μονάδων σε ένα ενεργειακό σύστημα χωρίς εκπομπές

Electric Thermal Energy Storage (ETES) Siemens - Gamesa

- ✓ Υλικό υψηλής θερμοχωρητικότητας = ηφαιστειακές πέτρες

Test Site



5 MWh
since 2014

Demonstrator

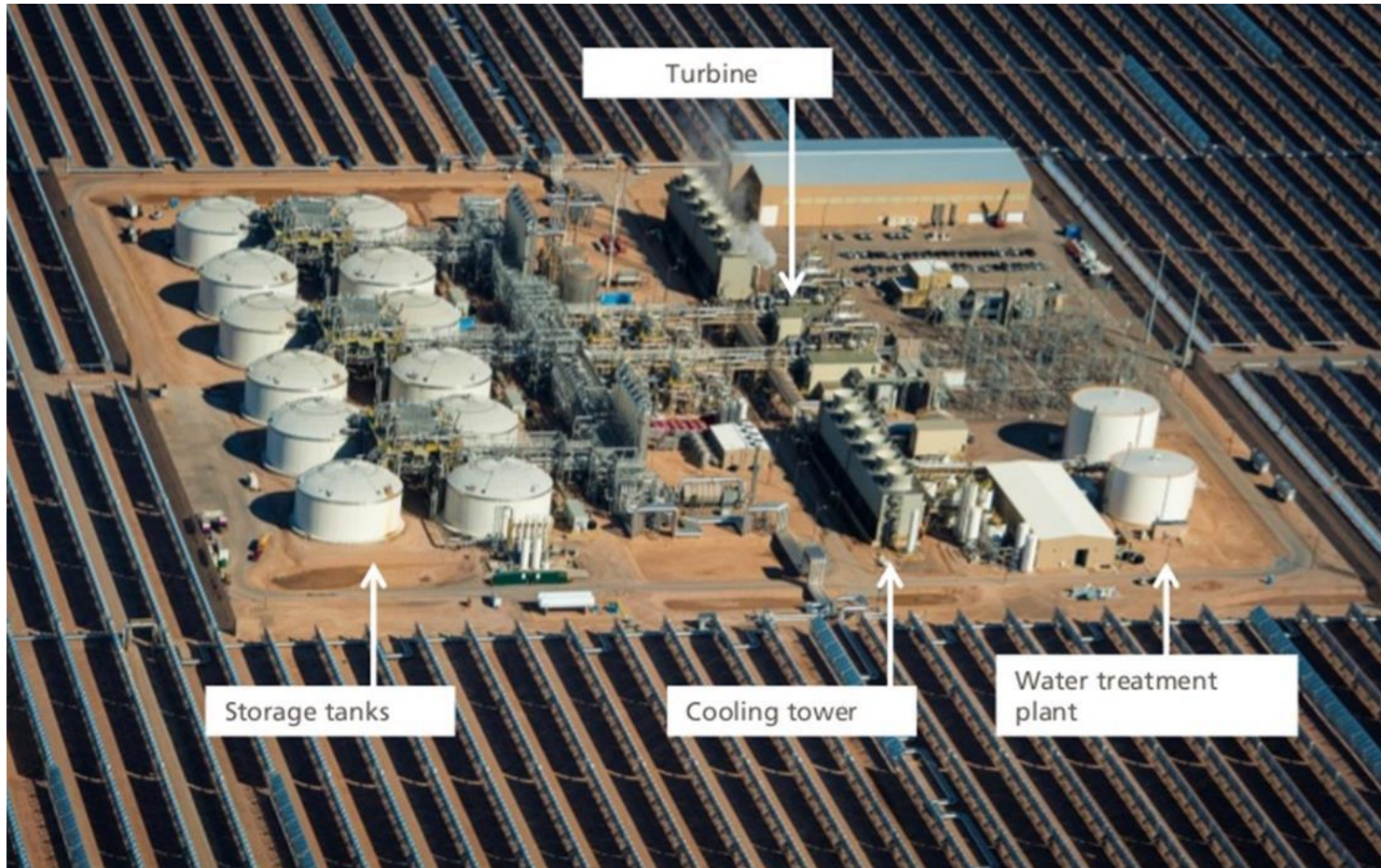


120 MWh
commission 2019

- ✓ Χαμηλό κόστος μέσου αποθήκευσης
- ✓ Βαθμός απόδοσης: ~44%-45%
- ✓ Απαιτείται κλίμακα GWh για εμπορική λειτουργία
- ✓ 50 MW ηλεκτρικής ισχύος ως 2020; 100 MW ως το 2022

Θερμική αποθήκευση με τηγμένα άλατα

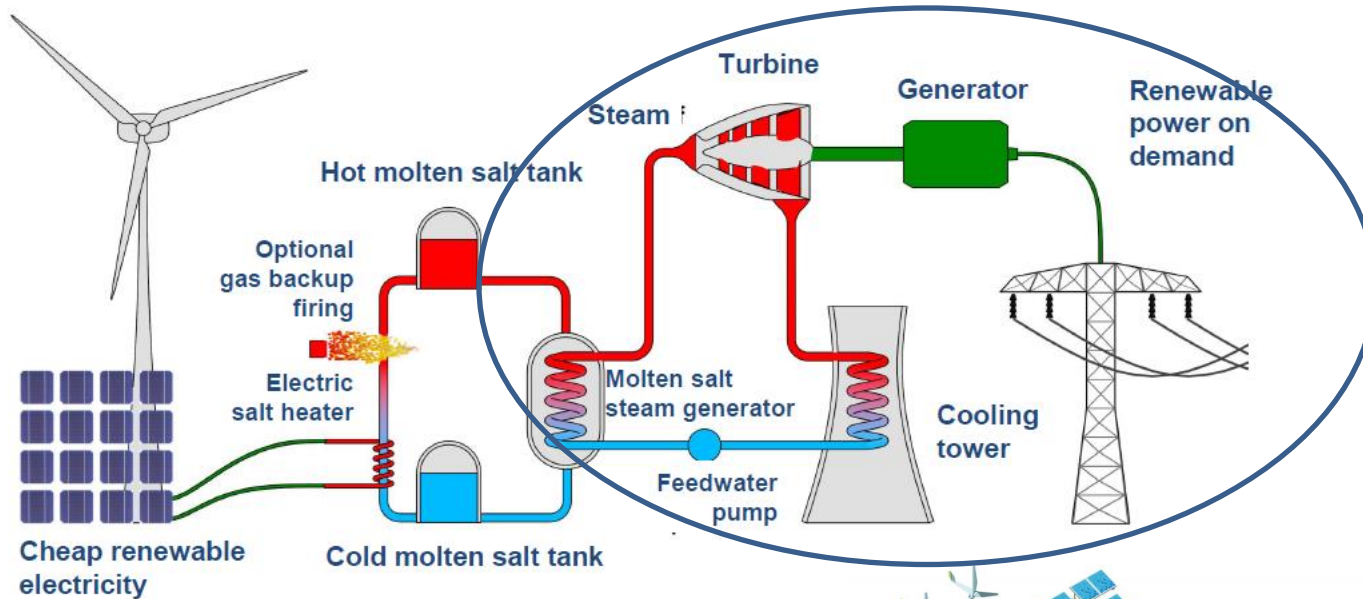
- ✓ Ωριμη τεχνολογία αποθήκευσης – χρήση με ηλιοθερμικά (CSP)



- ✓ Μεγαλύτερο σύστημα στην Arizona: 6h αποθήκευσης 280 MW ηλιοθερμικό (1,7GWh)

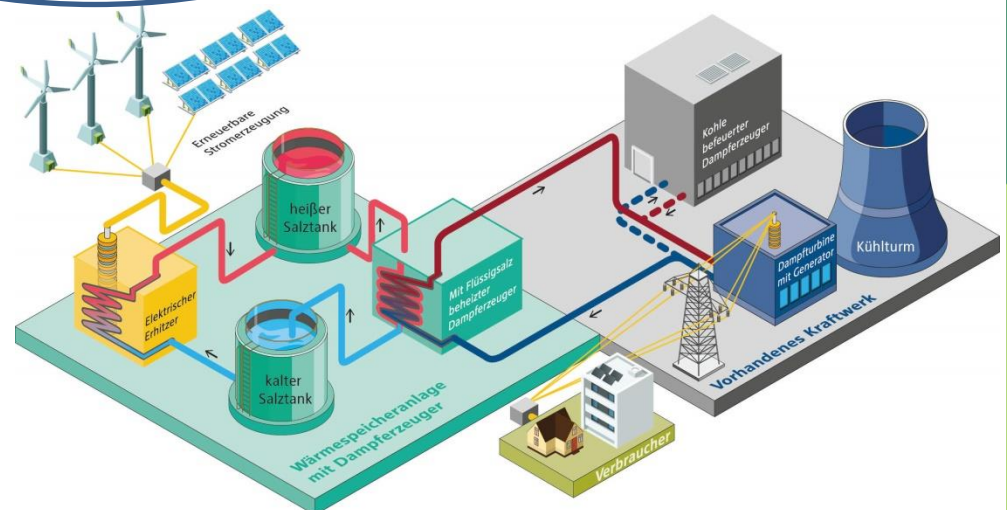
Θερμική αποθήκευση με τηγμένα άλατα

- ✓ Υλικό υψηλής θερμοχωρητικότητας = άλατα



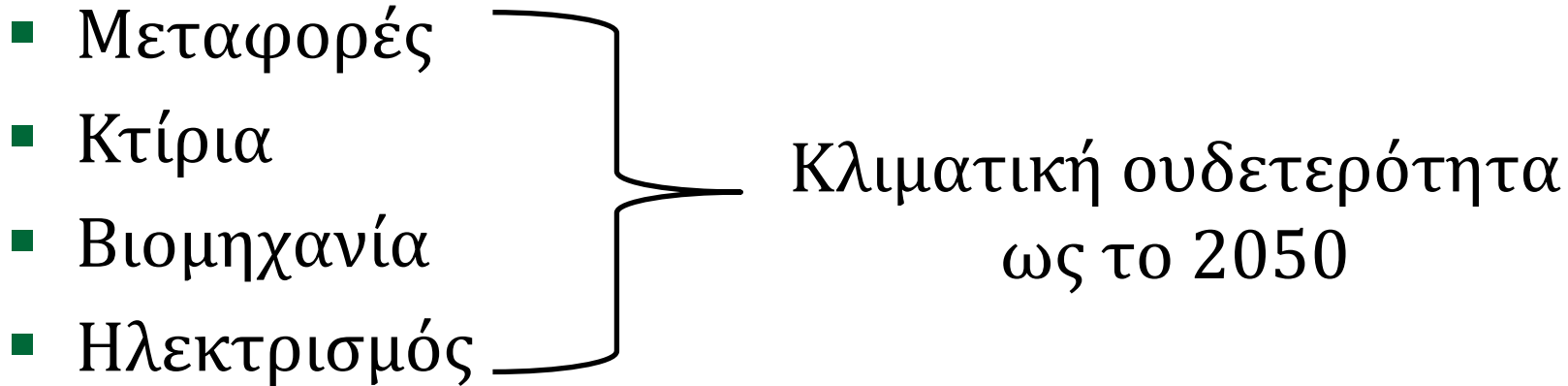
Store2Power

- ✓ RWE-DLR-Aachen University
- ✓ Λιγνιτικές μονάδες Ρηνανίας
- ✓ Βαθμός απόδοσης: 40%



- Επανάχρηση λιγνιτικών μονάδων
 - Διατήρηση θέσεων εργασίας στη λιγνιτική βιομηχανία
 - Αντικατάσταση λέβητα με νέα γεννήτρια ατμού
 - Γνωστή διεργασία O&M
- Μέσο αποθήκευσης
 - Χαμηλό κόστος
 - Ανθεκτικό (35 χρόνια κύκλων φόρτισης-αποφόρτισης)
 - Περιβαλλοντικά φιλικό και επαναχρησιμοποιούμενο (λίπασμα)
- Γρήγορη εγκατάσταση ~18 μήνες
- *Ο συνδυασμός τεχνολογιών είναι καινούργιος*
- *Χαμηλό(-τερο)ς βαθμός απόδοσης ~40%-45%*
- *Εκτιμώμενο LCOE: ~120 €/MWh*

Υδρογόνο (H₂)



- 117 Mt H₂/έτος
 - 69 Mt καθαρό
 - 48 Mt παραπροϊόν, καύσιμο, πρώτη ύλη



- Διυλιστήρια: 38 Mt
- Αμμωνία: 31 Mt
- Θερμότητα: 26 Mt
- Μεθανόλη: 12 Mt
- Χάλυβας: 4 Mt
- FCEV: 0,01 Mt

Μέθοδοι παραγωγής

Όνομα	Πρώτη ύλη	CCS?	Kg CO ₂ /Kg H ₂	\$/Kg	Σημερινό μερίδιο
Μαύρο	Λιθάνθρακας	-	19	1,2-2,2	23%
Καφέ	Λιγνίτης	-			
Γκρι	Ορυκτό αέριο	-	9	1-1,75	76%
Μπλε	Ορυκτό αέριο	✓	;	1,5-2,6	-
Πράσινο	ΑΠΕ	-	0	2,9-6,5	1%

■ Ευρωπαϊκή στρατηγική υδρογόνου

- 40 GW συστημάτων ηλεκτρόλυσης, 10 Mt H₂/έτος ως το **2030**
- 6 GW, 1 Mt H₂/y ως το **2024**
- Μερίδιο υδρογόνου στο ενεργειακό μίγμα ως το **2050**: 13-14%
- Επενδύσεις σε πράσινο H₂ ως το **2050**: €180-470 δις
- Επενδύσεις σε γκρι H₂ ως το **2050**: € 3-18 δις

■ Οδικές μεταφορές

- 5 μοντέλα μικρών επιβατικών αυτοκινήτων FCEV
- “H2 Bus Europe”: 600 FCEV λεωφορεία σε UK, DK, LV ως το 2023
- 120 σταθμοί φόρτισης (84 σε DE) vs 200.000 για BEV

■ Σιδηροδρομικές μεταφορές

- Τα ηλεκτροκίνητα τρένα προτιμητέα έναντι των τρένων H₂ για νέες γραμμές
- Ακριβή η αναβάθμιση για υφιστάμενες γραμμές
- Πρώτο τρένο H₂: Alston (Γερμανία), 180.000 Km από 9/18, 140 Km/h, 1000 Km

■ Θαλάσσιες μεταφορές

- 90% των μεταφορών εμπορευμάτων με πλοία, 3% εκπομπών ΑΘ
- Πρώτο πλοίο H₂: Energy Observer - Φ/Β, Α/Γ, ηλεκτρόλυση, μπαταρία λιθίου
- Πρώτο κρουαζιερόπλοιο H₂ υπό κατασκευή (Norwegian Viking Cruises)

■ Αεροπορικές μεταφορές

- 3% εκπομπών ΑΘ στην ΕΕ, αύξηση 70% σε σχέση με το 2005
- Πρώτο 4-θέσιο αεροπλάνο H₂: HY4 (DE), 750-1500 Km, 145 Km/h
- Πρώτο επιβατικό αεροπλάνο ως το 2035 (Airbus)

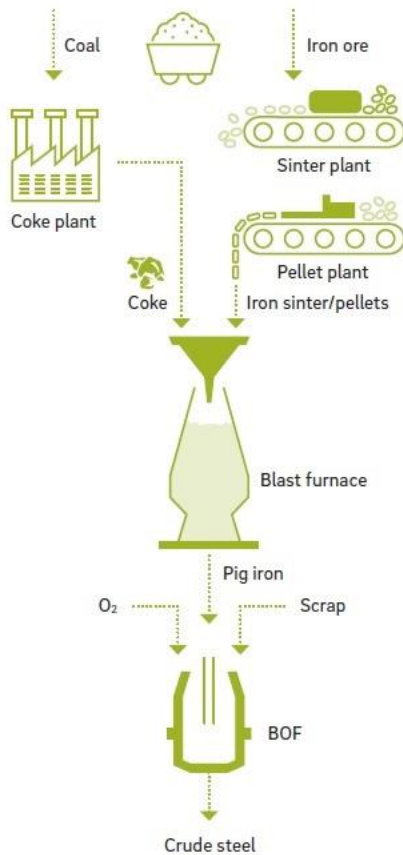
- Κτιριακός τομέας: 28% παγκοσμίων εκπομπών ΑΘ
- Ανάμιξη H₂ με ορυκτό αέριο (blending)
 - Διατήρηση συστήματος μεταφοράς, εξαρτημάτων, συσκευών τελικής χρήσης
 - Μικρά μερίδια H₂ (5%-20%), διαφορετικά για κάθε δίκτυο
 - Μειωμένο ενεργειακό περιεχόμενο, κίνδυνος αναφλέξεων
- Καθαρό H₂
 - Δυνατότητα απανθρακοποίησης (H21 **Leeds** City Gate : στόχος 100% H₂ ως το 2035)
 - Αντικατάσταση χαλύβδινων σωλήνων μεταφοράς με μη διαβρωτικά υλικά
 - Αντικατάσταση των συσκευών τελικής χρήσης (λέβητες, φούρνοι, κλπ)
- Συνθετικό φυσικό αέριο (SNG)
- (Μικρο-) συστήματα κυψελών υδρογόνου
 - Συμπαγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού
 - 250.000 συστήματα στην Ιαπωνία μεταξύ 2009-2017, 70% μείωση κόστους, στόχος 5,3 εκ. κατοικίες ως το 2050
 - Υψηλότερο κόστος

- **Θέρμανση** (πάνω από 400°C-500°C)
 - Αεριοποιήσεις, ξηράνσεις, τήξεις, ενδοθερμικές αντιδράσεις
 - 30% εκπομπών ΑΘ στα τσιμέντα, 45% σε σίδηρο/χάλυβα
 - Σημερινή κατάσταση: 65% από κάρβουνο; 20% ορυκτό αέριο, 10% πετρέλαιο
 - Αντικατάσταση με H₂ χωρίς σημαντικές αλλαγές στους καυστήρες
 - Υψηλό κόστος λειτουργίας, η αλλαγή απαιτεί κόστος H₂ < κόστος (αερίου + CO₂)
- **Διυλιστήρια**
 - Αποθείωση (hydrotreatment), αναβάθμιση βαρέων κλασμάτων (hydrocracking)
 - 38 Mt από τους 69 Mt καθαρού H₂ ετησίως παγκοσμίως (230 Mt CO₂)
- **Παραγωγή αμμωνίας**
 - Λιπάσματα (80%), εκρηκτικά, συνθετικές ίνες, πλαστικά, νιτρικό οξύ
 - 31 Mt από τους 69 Mt καθαρού H₂ ετησίως παγκοσμίως με αυξητικές τάσεις
 - 65% από ορυκτό αέριο, 30% από λιγνίτη (2,4 t CO₂/t NH₃)
- **Παραγωγή μεθανόλης**
 - Πρώτη ύλη για εκατοντάδες χημικά προϊόντα, καύσιμο, ηλεκτροπαραγωγή κα
 - 12 Mt από τους 69 Mt καθαρού H₂ ετησίως παγκοσμίως με αυξητικές τάσεις

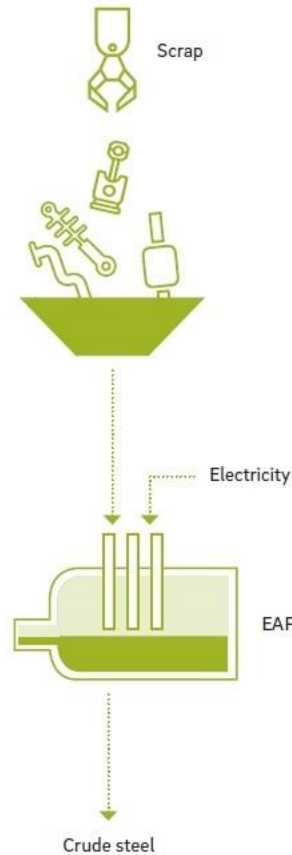
H₂ στη Βιομηχανία Χάλυβα

- 4% εκπομπών CO₂ στην ΕΕ - 22% της βιομηχανίας

PRIMARY ROUTE (60%¹)

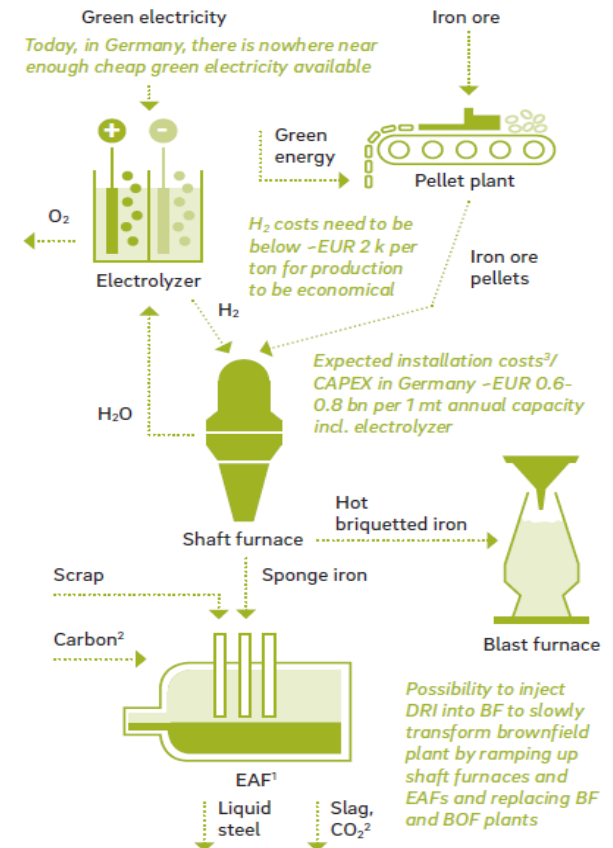


SECONDARY ROUTE (40%¹)



C: H₂-based direct reduced iron – Shaft furnace

The production route (simplified)



- ✓ BF-BOF: 1,7 tn CO₂/tn steel
- ✓ EAF: 0,3 tn CO₂/tn steel
- ✓ DRI-EAF: 0 tn CO₂/tn steel

H₂ στην ηλεκτροπαραγωγή

■ «Καύση»

- Το H₂ καίγεται σε υφιστάμενους αεριοστροβίλους και CCGT
- Χαμηλό μερίδιο H₂ (3-5%)
- Χαμηλός βαθμός απόδοσης ~20%

❖ Μονάδα H₂ στη Fusina (Ιταλία)

- 100% καθαρό H₂, στρόβιλος H₂ 12 MWe, 60 GWh/έτος

❖ HYFLEXPOWER (Γαλλία)

- Horizon 2020: 2020-2024; Siemens, ENGIE, ΕΜΠ, κα
- Μετατροπή μονάδας 12 MWe για καύση μιγμάτων αερίου - H₂



■ Κυψέλες υδρογόνου

- Βαθμός απόδοσης: ~50-60%
- Μικρότερη διάρκεια ζωής
- Μικρότερα συστήματα (70 MW συνολικά παγκοσμίως)
- CAPEX ~\$1600/KW, πρόβλεψη για \$425/KW ως το 2030

❖ Κορέα: 1.5 GW ως το 2022, 15 GW ως το 2040

❖ Ιαπωνία: 1 GW ως το 2030 (0,3 Mt H₂), 15-30 GW (30 Mt H₂) σε βάθος χρόνου

- Σε αρχικό στάδιο η χρήση σε μεταφορές, κτίρια και ηλεκτροπαραγωγή
- Κύριος χρήστης η βιομηχανία χωρίς να έχουν αξιοποιηθεί οι δυνατότητες απανθρακοποίησης.
- Απαιτούνται:
 - Μακροπρόθεσμες πολιτικές
 - Τόνωση ζήτησης σε πολλαπλές εφαρμογές
 - Στήριξη R&D και διάχυσης της γνώσης



Thank you!



thegreentank.gr

[@The GreenTank](https://twitter.com/TheGreenTank)