



Ανάγκες, οφέλη & βιωσιμότητα έργων αποθήκευσης του ΕΔΣ σε μεσοπρόθεσμο ορίζοντα

Σταύρος Παπαθανασίου, Καθ. ΕΜΠ

13 Νοεμβρίου 2020



Αντικείμενο της παρουσίασης

13 Νοεμβρίου 2020

Περιγραμματα

- Εκτίμηση **αναγκών αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας** υπό τις συνθήκες διείσδυσης ΑΠΕ του ΕΣΕΚ, με **έτος αναφοράς το 2030**
- Εκτίμηση **βιωσιμότητας των έργων αποθήκευσης** σε περιβάλλον αγορών και εκτίμηση του χρηματοδοτικού κενού (*funding gap*)
- Κύρια ερωτήματα:
 - **Πόση αποθήκευση?** Ενδεδειγμένη νέα ικανότητα αποθήκευσης στο ΕΔΣ για τους δεδομένους στόχους του ΕΣΕΚ
 - **Ποια αποθήκευση?** Χαρακτηριστικά χωρητικότητας και κατανομή σε τεχνολογίες
 - **Δικαιολογείται οικονομικά?** Οικονομικά οφέλη από την ένταξη των αποθηκευτικών σταθμών σε σχέση με το κόστος τους
 - **Είναι βιώσιμη?** Μπορεί να ανακτήσει το κεφαλαιουχικό και λειτουργικό της κόστος από τη συμμετοχή στις αγορές?
 - **Υπάρχουν συνέργειες με σταθμούς ΑΠΕ αγοράς?** Ευκαιρίες από συμμετοχή σε χαρτοφυλάκια με ΑΠΕ

Βασικές Θεωρήσεις

- Έτος αναφοράς το **2030** – Στόχος διείσδυσης ΑΠΕ **~60%**
- Εκτιμήσεις κόστους καυσίμου, δικαιωμάτων εκπομπών, μείγμα ΑΠΕ και συμβατικής παραγωγής βάσει ΕΣΕΚ και μελετών επάρκειας ΑΔΜΗΕ
- Εξετάζεται το ερώτημα των **πρόσθετων αναγκών αποθήκευσης, επιπλέον των υφιστάμενων αντλησιοταμιευτικών (ΑΤΣ) σταθμών** Σφηκιάς και Θησαυρού (700 MW)
- **Συμβολή στην επάρκεια ισχύος** λαμβάνεται υπόψη, συνεκτιμώντας μέγεθος και χωρητικότητα αποθηκών: σταθμοί μικρής χωρητικότητας → κλασματική συμβολή σε επάρκεια
- Εξετάζονται **συνδυασμοί αποθηκών μικρής και μεγάλης χωρητικότητας (μπαταρίες 2-h και ΑΤΣ 6-h)**, ολικής εγκατεστημένης **ισχύος 1000 έως 2000 MW**
- Παρουσίαση επικεντρώνεται σε **κεντρική αποθήκευση με άμεση συμμετοχή στην αγορά**.
 - Συμβολή **διανεμημένων πόρων** δυνητικά σημαντική, εφόσον δημιουργηθούν **προϋποθέσεις συμμετοχής τους στην αγορά μέσω εκπροσώπησης**

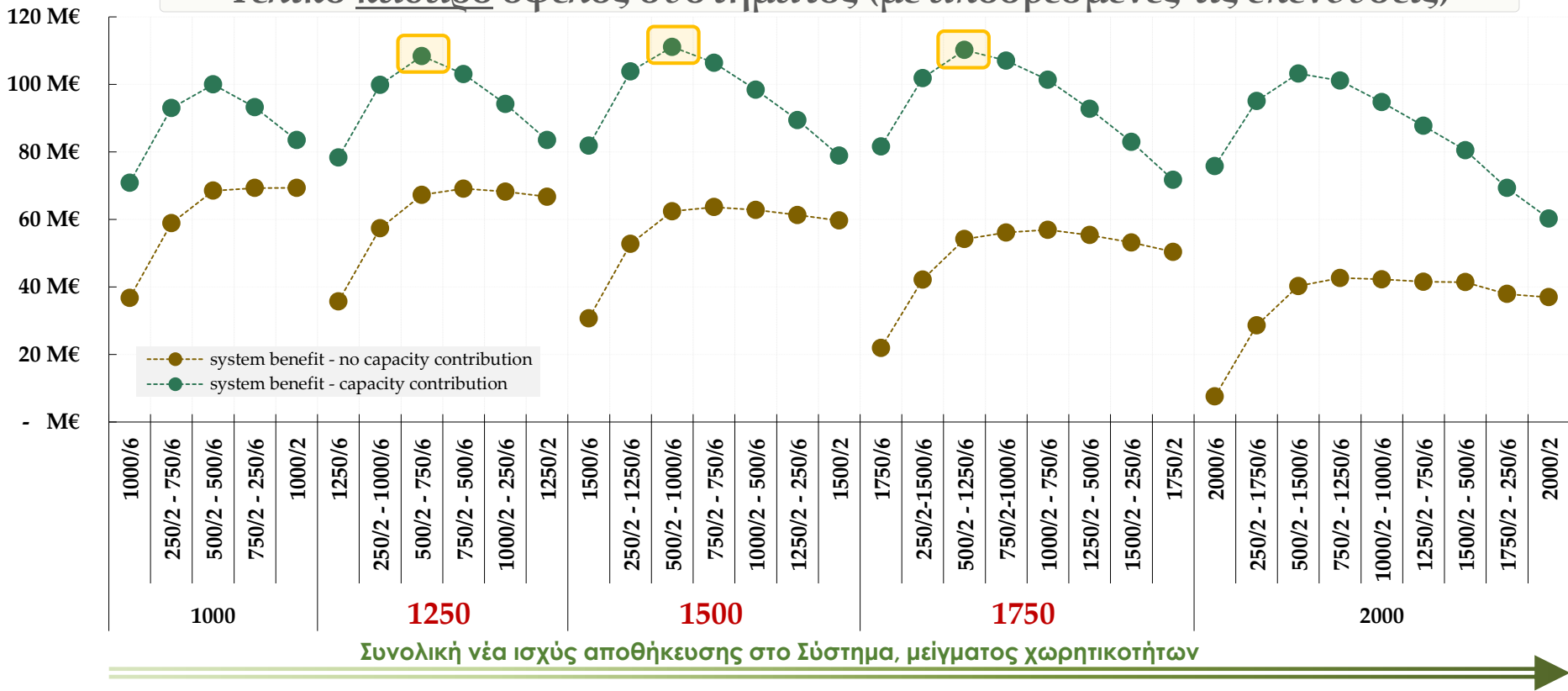


Ανάγκες νέας αποθήκευσης Κόστος vs. Όφελος Λοιπά οφέλη

13 Νοεμβρίου 2020

Όφελος συστήματος για διαφορετικές ισχύεις και συνδυασμούς τεχνολογιών αποθήκευσης

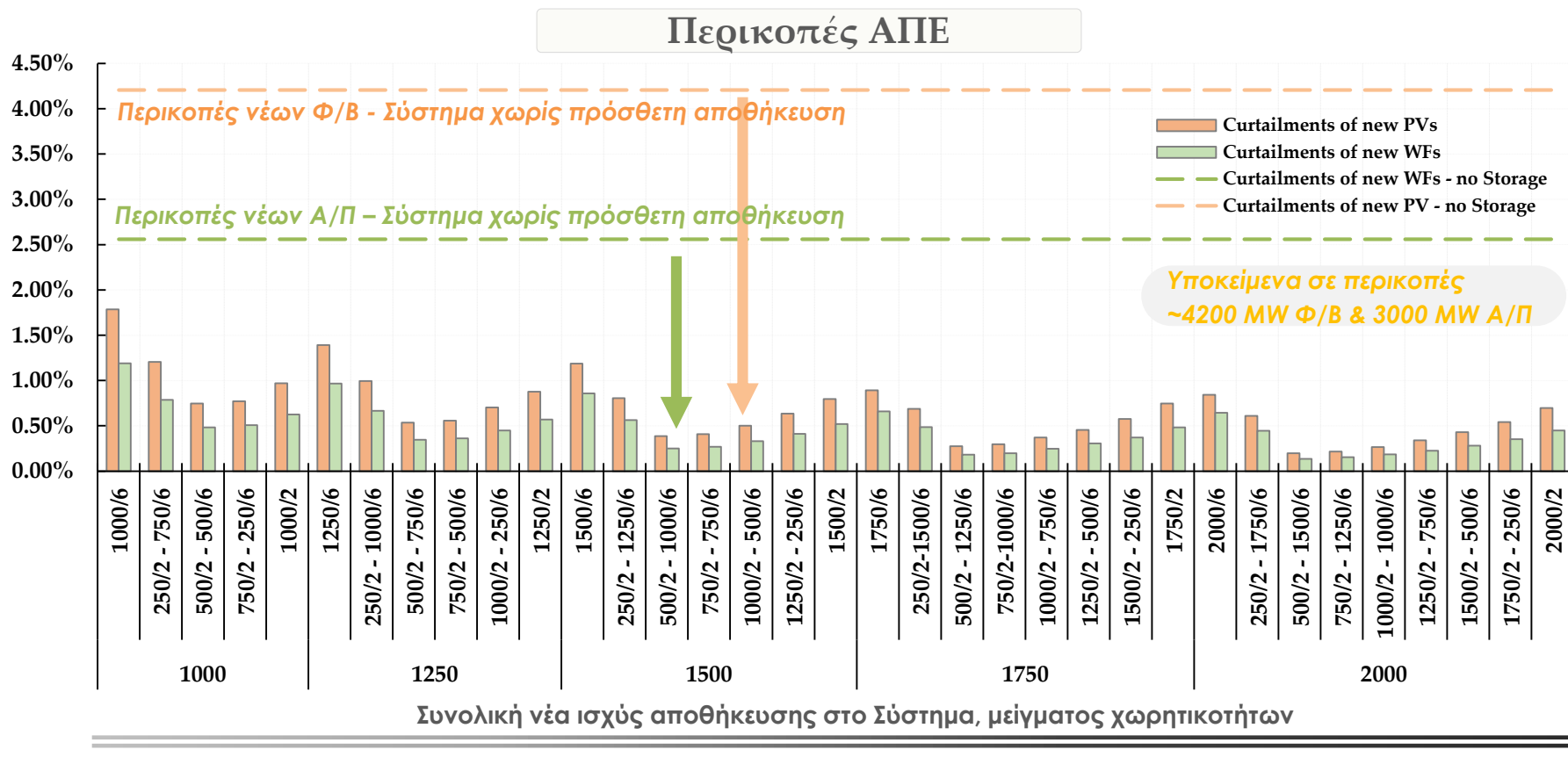
Τελικό καθαρό όφελος συστήματος (με αποσβεσμένες τις επενδύσεις)



Συνολική νέα ισχύς αποθήκευσης στο Σύστημα, μείγματος χωρητικότητας

- Βέλτιστο μέγεθος νέας αποθήκευσης για ΑΠΕ του ΕΣΕΚ: 1250-1750 MW
- Μείγμα τεχνολογιών & αποθηκευτικών χωρητικότητων παράγει μέγιστο όφελος
- Βέλτιστο μείγμα: ~500 MW μπαταριών μικρής χωρητικότητας, υπόλοιπο (750-1250 MW) από ΑΤΣ μεγάλης χωρητικότητας

Περιοχές ΑΠΕ για διαφορετικές ισχύεις και συνδυασμούς τεχνολογιών αποθήκευσης

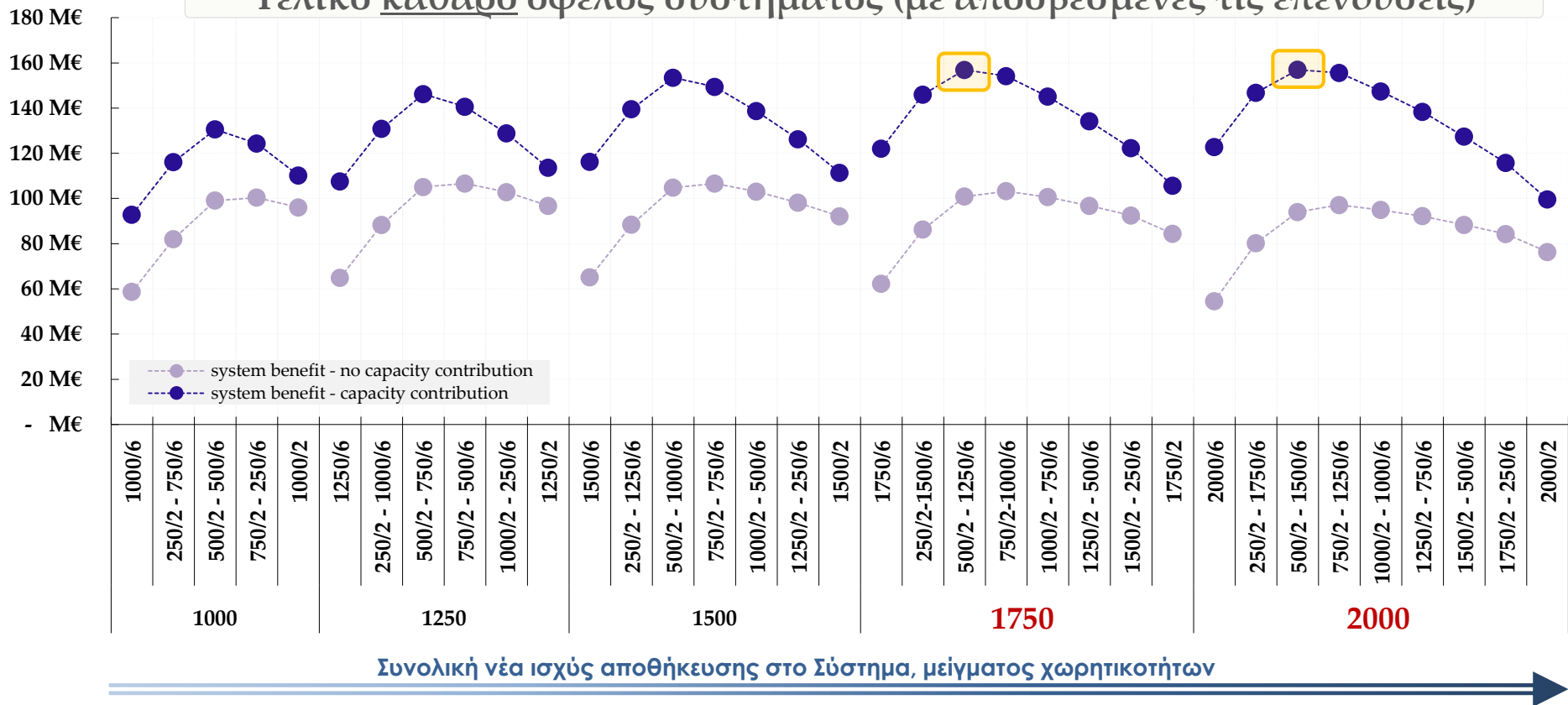


Με την είσοδο αποθήκευσης **περιοχές ΑΠΕ σχεδόν εκμηδενίζονται:**

- Νέων αιολικών: **μειώνονται έως ~2.5 μονάδες**
- Νέων Φ/Β: **μειώνονται έως ~4 μονάδες**

Όφελος συστήματος για μείγμα με έμφαση σε Φ/Β (10.2 GW Φ/Β + 5.5 GW Α/Π → διείσδυση ΑΠΕ ~60%)

Τελικό καθαρό όφελος συστήματος (με αποσβεσμένες τις επενδύσεις)

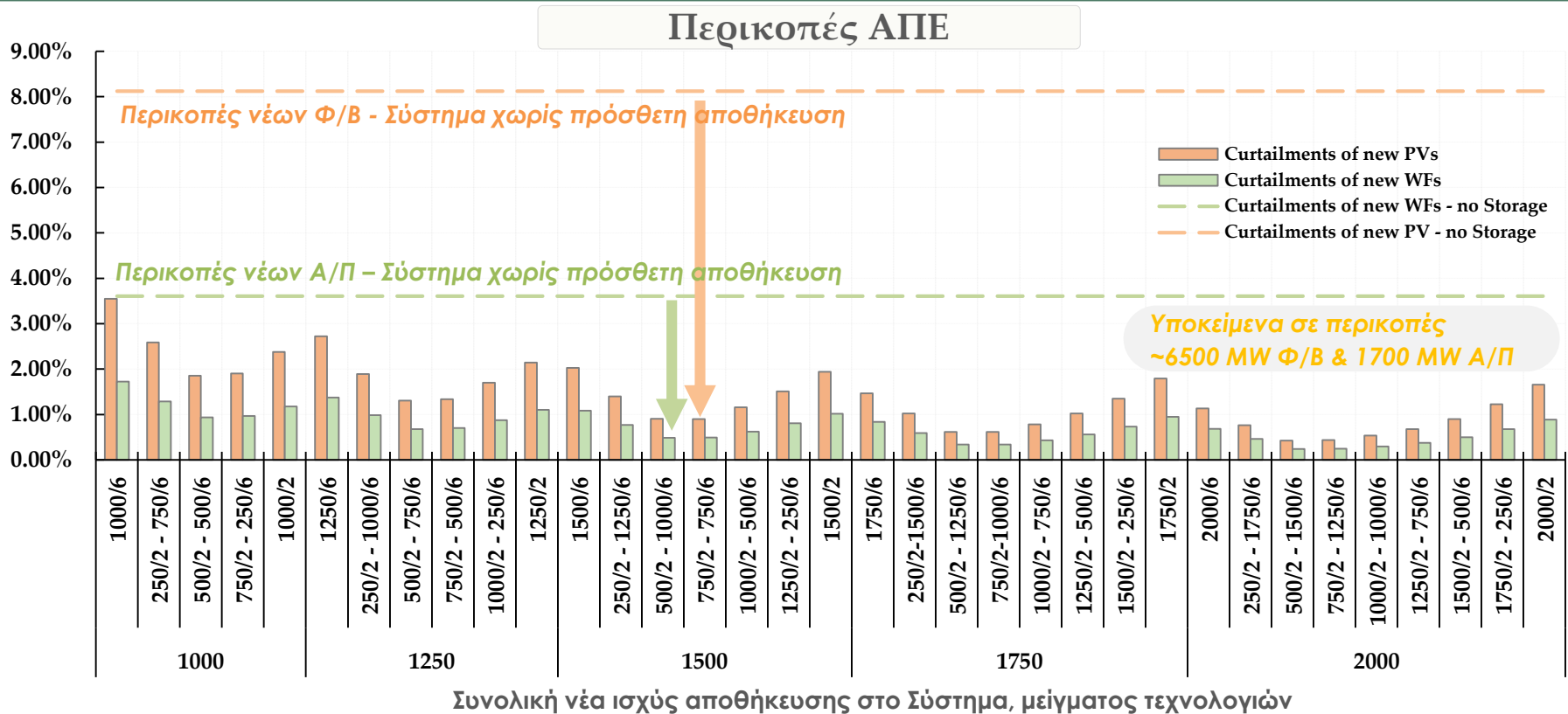


Συνολική νέα ισχύς αποθήκευσης στο Σύστημα, μείγματος χωρητικότητας

- Βέλτιστη νέα ισχύς αποθήκευσης **αυξημένη**, σε επίπεδα κοντά στα **2000 MW**
- Μείγμα τεχνολογιών δεν μεταβάλλεται (**500-750 MW μπαταριών μικρής χωρητικότητας, υπόλοιπο σε σταθμούς μεγάλης χωρητικότητας**)



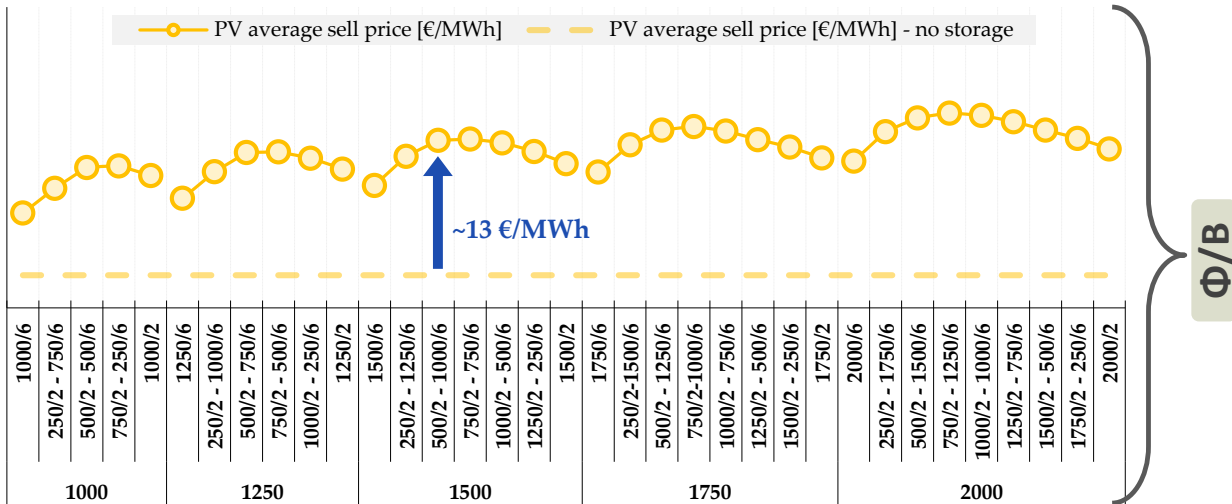
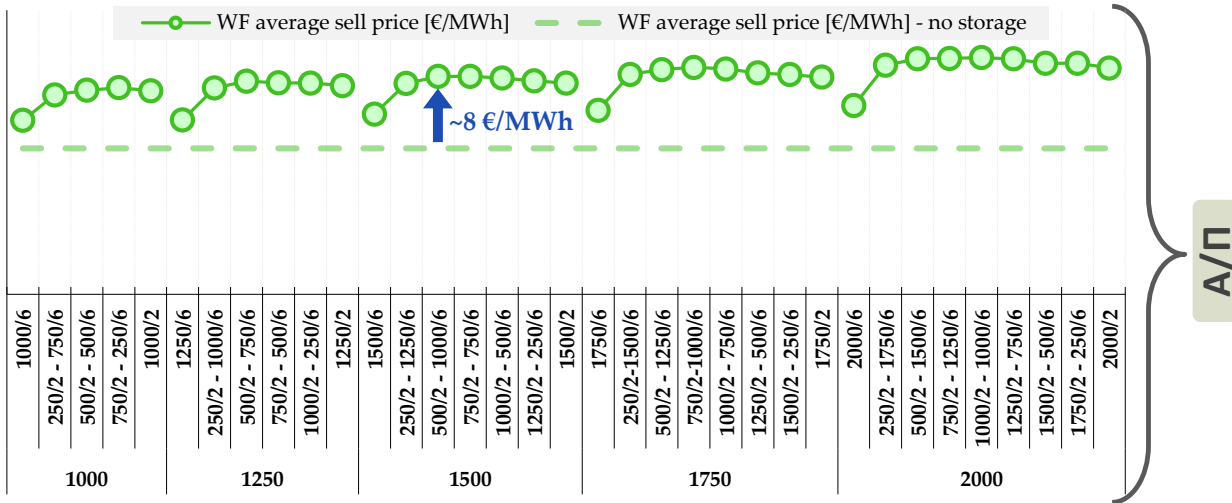
Περιοτές ΑΠΕ για μείγμα με έμφαση στα Φ/Β (10.2 GW Φ/Β + 5.5 GW Α/Π → διείσδυση ΑΠΕ ~60%)



Συμβολή αποθήκευσης στη μείωση των περιοτήων πολύ αυξημένη

- Περιοτές νέων αιολικών **μειώνονται έως 3 μονάδες**
- Περιοτές νέων Φ/Β **μειώνονται έως 7.5 μονάδες**

Μεσοσταθμική τιμή αποζημίωσης ΑΠΕ αγοράς χωρίς και με νέα ισχύ αποθήκευσης (έτος 2030)



Βασικό σενάριο ΑΠΕ του ΕΣΕΚ

Είσοδος νέας αποθηκευτικής ισχύος στηρίζει τιμές αγοράς σε διαστήματα υψηλής παραγωγής ΑΠΕ

- Αύξηση τιμών πώλησης ενέργειας για ΑΠΕ της αγοράς
- Ιδιαίτερα σημαντική για τα Φ/Β (>10 €/MWh)



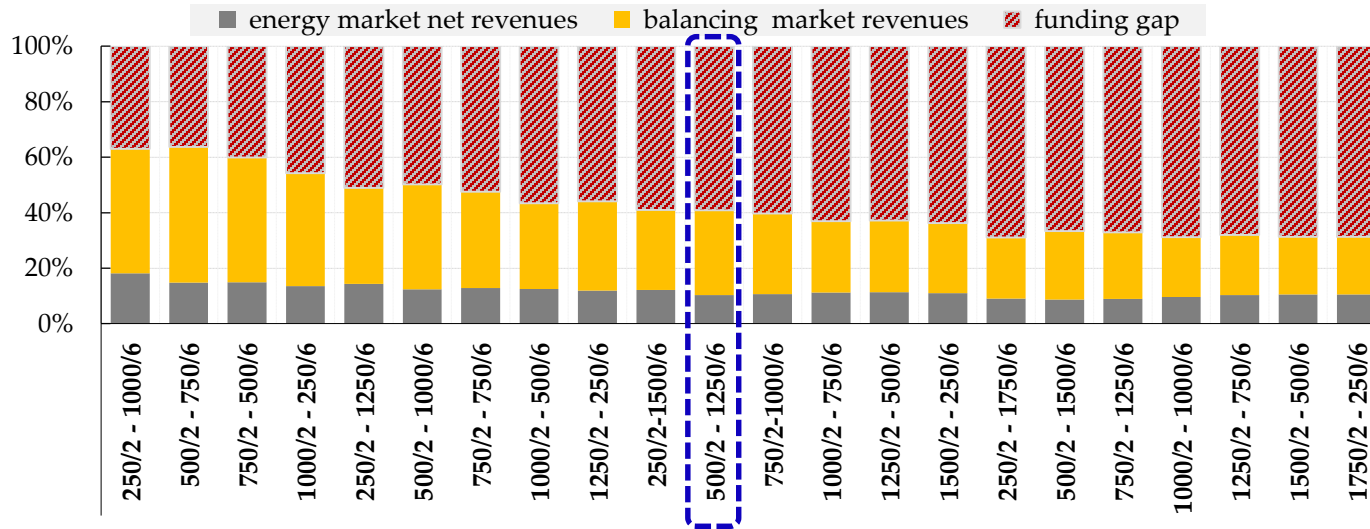
Βιωσιμότητα επενδύσεων έργων αποθήκευσης μέσω συμμετοχής στις αγορές

13 Νοεμβρίου 2020

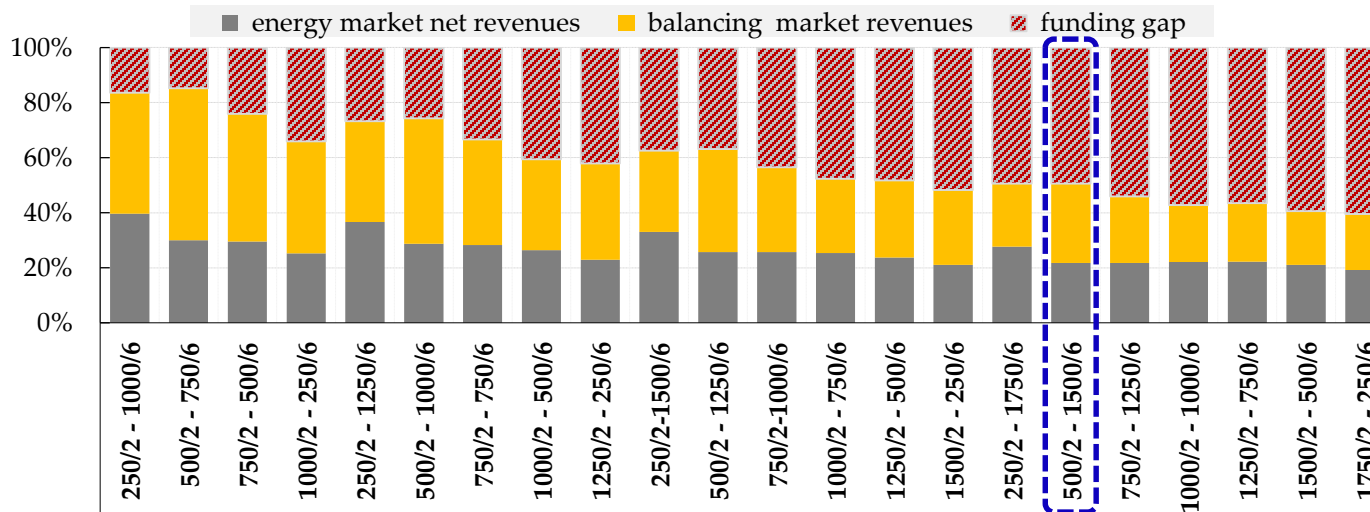
Έσοδα αποθηκευτικών σταθμών από αγορές

- Έσοδα αποθηκευτικών σταθμών από αγορές:
 - Από **αγορές ενέργειας μέσω arbitrage** (απορρόφηση σε ώρες χαμηλής ζήτησης/υψηλής παραγωγής ΑΠΕ – παραγωγή σε ώρες αιχμής/μειωμένης παραγωγής ΑΠΕ)
 - Από **αγορά εξισορρόπησης ισχύος και ενέργειας**
 - Πιθανά πρόσθετα έσοδα από **διαχείριση συμφόρησης** δικτύων, **επάρκεια ισχύος** και **διασφάλιση τροφοδότησης** (π.χ. νησιά), **μελλοντικές υπηρεσίες** που θα μπουν στην αγορά
 - Συμμετοχή σε **χαρτοφυλάκια με ΑΠΕ**
- Σύνολο εσόδων από αγορές γενικά καλύπτει μέρος του **ετήσιου κεφαλαιουχικού και λειτουργικού κόστους** του αποθηκευτικού σταθμού
- Υπολειπόμενο προς κάλυψη κόστος → **χρηματοδοτικό κενό (funding gap)**
 - Κάλυψη μέσω **σχήματος ενίσχυσης, κατά βάση μέσω μηχανισμού ισχύος (CRM)**: αμείβει τη συμβολή της αποθήκευσης στην επάρκεια ισχύος, καθώς και άλλα οφέλη που δεν αποτιμά η αγορά

Έσοδα από αγορές και χρηματοδοτικό κενό



Βασικό σενάριο
ΑΠΕ του ΕΣΕΚ



Σενάριο ανάπτυξης Φ/Β

Βιωσιμότητα έργων αποθήκευσης

- Επενδύσεις σε αποθηκευτικούς σταθμούς του βέλτιστου μείγματος **πολύ δύσκολα βιώσιμες μόνο από έσοδα αγορών**
 - Παρά τα αυξημένα οφέλη που προσφέρουν στο σύστημα
- **Κενό χρηματοδότησης ποικίλει** αναλόγως του εξεταζόμενου σεναρίου
 - Σενάρια **υψηλής ισχύος Φ/Β ευνοούν τη βιωσιμότητα** της αποθήκευσης, παράγοντας γενικά μικρότερο κενό χρηματοδότησης
 - Είσοδος **μεγάλης ισχύος αποθήκευσης αυξάνει το κενό**
- Βέλτιστοι συνδυασμοί σταθμών αποθήκευσης εμφανίζουν **κενό χρηματοδότησης ~50%-60%** του ετήσιου πλήρους κόστους τους
- **Αναγκαία η πρόβλεψη συμμετοχής των αποθηκευτικών σταθμών στον υπό κατάρτιση μόνιμο μηχανισμό ισχύος**
 - Πλέον βιώσιμος τρόπος για **εξασφάλιση της διαχρονικά αναγκαίας αποθήκευσης** για το σύστημα

Ένταξη σε χαρτοφυλάκια με ΑΠΕ

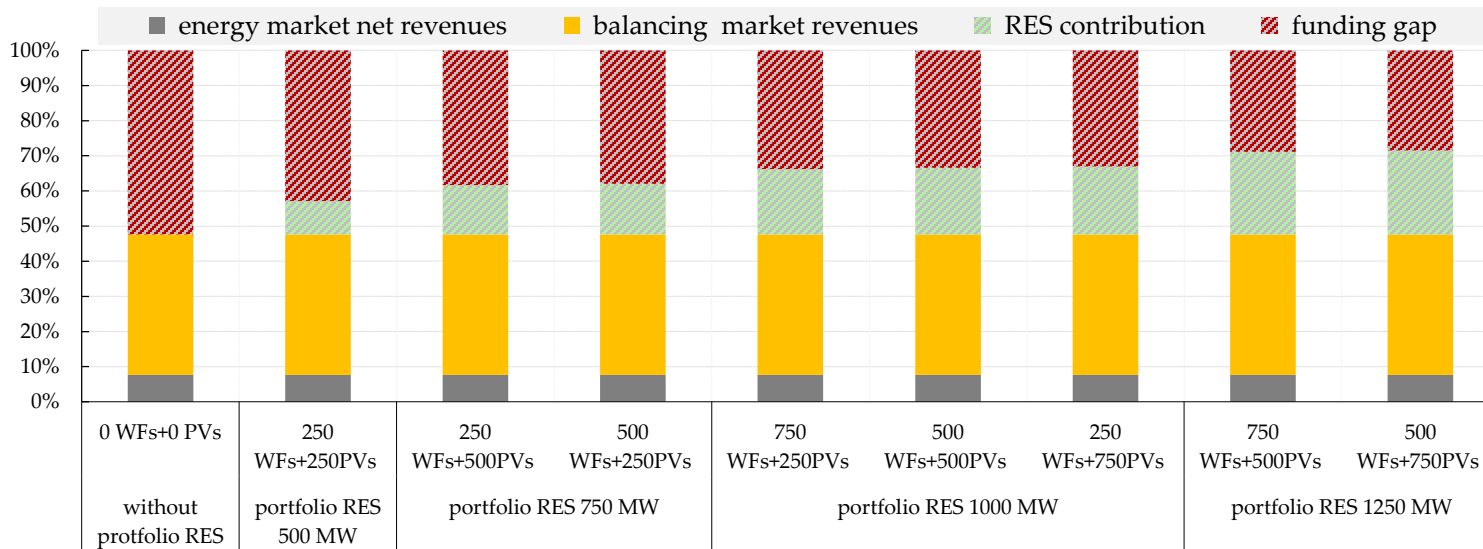
- Δημιουργία **χαρτοφυλακίου έργων ΑΠΕ – αποθήκευσης** δημιουργεί **συνέργειες** και **αναβαθμίζει προοπτικές βιωσιμότητας** των έργων
- Διευκόλυνση και ευκαιρίες **σύναψης διμερών συμβολαίων**
- **Στήριξη τιμών αγοράς** σε συνθήκες υπερπαραγωγής ΑΠΕ
 - Αυξάνει έσοδα σταθμών ΑΠΕ
 - Δημιουργεί πλεόνασμα που συμβάλλει στην κάλυψη του κόστους της αποθήκευσης
- **Κάλυψη κόστους εξισορρόπησης** της παραγωγής ΑΠΕ

Χαρτοφυλάκιο ΑΠΕ – αποθήκευσης

Παράδειγμα εφαρμογής

Χαρτοφυλάκιο αποτελούμενο από:

- **Αποθήκευση:** Μπαταρίες 500 MW/2 h (σε σύνολο αποθήκευσης 1750 MW)
- **ΑΠΕ αγοράς:** Συνδυασμοί Α/Π και Φ/Β, συνολικής ισχύος 500 – 1250 MW



Βασικό σενάριο
ΑΠΕ του ΕΣΕΚ

Σημαντική μείωση χρηματοδοτικού κενού αποθηκευτικών σταθμών, όταν συμμετέχουν σε χαρτοφυλάκιο με ΑΠΕ



Συμπεράσματα

13 Νοεμβρίου 2020

Συμπεράσματα

- Διείσδυση ΑΠΕ >60% **απαιτεί νέα αποθηκευτική ισχύ ~1500 MW**, σε μείγμα σταθμών μικρής και μεγάλης χωρητικότητας.
 - Στόχοι **υψηλότερης διείσδυσης ΑΠΕ** (για το 2030 και διαχρονικά) ή/και **ενίσχυση περιθωρίου Φ/Β επαυξάνουν τις ανάγκες αποθήκευσης**
- **Όφελος υπερκαλύπτει κόστος** της νέας ισχύος αποθήκευσης
- **Έσοδα ΑΠΕ αγοράς ενισχύονται δραστικά** (ιδίως των Φ/Β)
- **Βιωσιμότητα έργων μη εφικτή** μόνο με βάση τα έσοδα από αγορά
- Συμμετοχή σε **χαρτοφυλάκια με ΑΠΕ** αναβαθμίζει βιωσιμότητα έργων

- ❖ Προώθηση **νομοθετικών και ρυθμιστικών πρωτοβουλιών** για:
 - Διευκόλυνση **συμμετοχής σταθμών αποθήκευσης στις αγορές**: προσαρμογή κωδικών, απαλλαγή από ρυθμιζόμενες χρεώσεις κλπ.
 - Δημιουργία **χαρτοφυλακίων με συμμετοχή αποθήκευσης και ΑΠΕ**
 - Πρόβλεψη **διακριτού περιθωρίου αποθήκευσης στον μόνιμο μηχανισμό ισχύος**, για κάλυψη χρηματοδοτικού κενού βιωσιμότητας των έργων

Ευχαριστώ

Σταύρος Παπαθανασίου
st@power.ece.ntua.gr

13 Νοεμβρίου 2020