

MSc LEEM AUEB – Energy Economics

2^ο σετ ασκήσεων - Λύσεις

Οδηγίες

Το σετ ασκήσεων είναι να παραδοθεί από τον καθένα ξεχωριστά σε μορφή PDF, word ή εικόνας. Υπάρχουν συνολικά τρεις ασκήσεις. Η μέγιστη βαθμολογία της κάθε άσκησης είναι 4 οι μονάδες, ενώ η μέγιστη συνολική βαθμολογία είναι οι 10 μονάδες. Δηλαδή, με δύο σωστές ασκήσεις η βαθμολογία θα είναι 8/10, κ.ο.κ. Το κάθε υποερώτημα αξίζει 2 μονάδες.

Άσκηση 1 - Μονοπώλιο

Επανάληψη θεωρίας:

Μία μονοπωλιακή αγορά έχει πολλούς αγοραστές αλλά έναν παραγωγό. Η καμπύλη ζήτησης της αγοράς (market demand curve D) είναι και η καμπύλη ζήτησης που αντιμετωπίζει ο μονοπωλητής παραγωγός.¹ Έτσι, σε αντίθεση με την περίπτωση του τέλει ανταγωνισμού που οι εταιρίες βλέπουν μόνο την τιμή της αγοράς p^* , στην περίπτωση του μονοπωλίου ο παραγωγός ξέρει την καμπύλη ζήτησης $p(q)$ – πως δηλαδή η καταναλωση σχετίζεται με αλλαγές των τιμών, και αντίστροφα. Αυτό επιτρέπει στον παραγωγό να μεγιστοποιεί το κέρδος του ανά μονάδα προϊόντος με το να προσφέρει μικρότερη ποσότητα αντί σε μία ανταγωνιστική αγορά σε υψηλότερη τιμή.²

Η συνθήκη τιμολόγησης $MR=MC$ (οριακός τζίρος/έσοδα = οριακό κόστος παραγωγής) ισχύει πάντα.³ Από αυτή τη συνθήκη ορίζεται η ποσότητα παραγωγής, ενώ η τιμή ορίζεται από την καμπύλη AR (Average Revenue, μέσα έσοδα ή έσοδα ανά μονάδα προϊόντος) – δηλαδή την καμπύλη ζήτησης της αγοράς D – στο σημείο που η παραγωγή μεγιστοποιεί το κέρδος.⁴ Η κάθετη απόσταση των μέσων εσόδων (δηλ της καμπύλης ζήτησης της αγοράς) από το κόστος παραγωγής ανά μονάδα προϊόντος (μέσο κόστος) είναι το κέρδος ανά μονάδα προϊόντος. Πολλαπλασιασμένο με την ποσότητα που πουλήθηκε ορίζει το κέρδος του μονοπωλητή (διαφάνεια 44).

Άσκηση:

¹ Συγκρίνετε αυτή την πρόταση με τη διαφάνεια 18 της 2^{ης} διάλεξης. Στην περίπτωση του τέλει ανταγωνισμού, εφόσον μία εταιρία από μόνη της δε μπορεί να επηρεάσει την τιμή της αγοράς, είναι αναγκασμένη να πουλήσει σε αυτή την τιμή. Η καμπύλη ζήτησης που βλέπει η εταιρία (d) είναι και η τιμή της αγοράς ανά μονάδα προϊόντος στην αγορά, ενώ η καμπύλη ζήτησης όλης της αγοράς είναι η φθίνουσα ευθεία D. Στην περίπτωση του μονοπωλίου, η καμπύλη ζήτησης του μοναδικού παραγωγού είναι και η καμπύλη ζήτησης της αγοράς.

² Δείτε τις διαφάνειες 41-44 της 2^{ης} διάλεξης

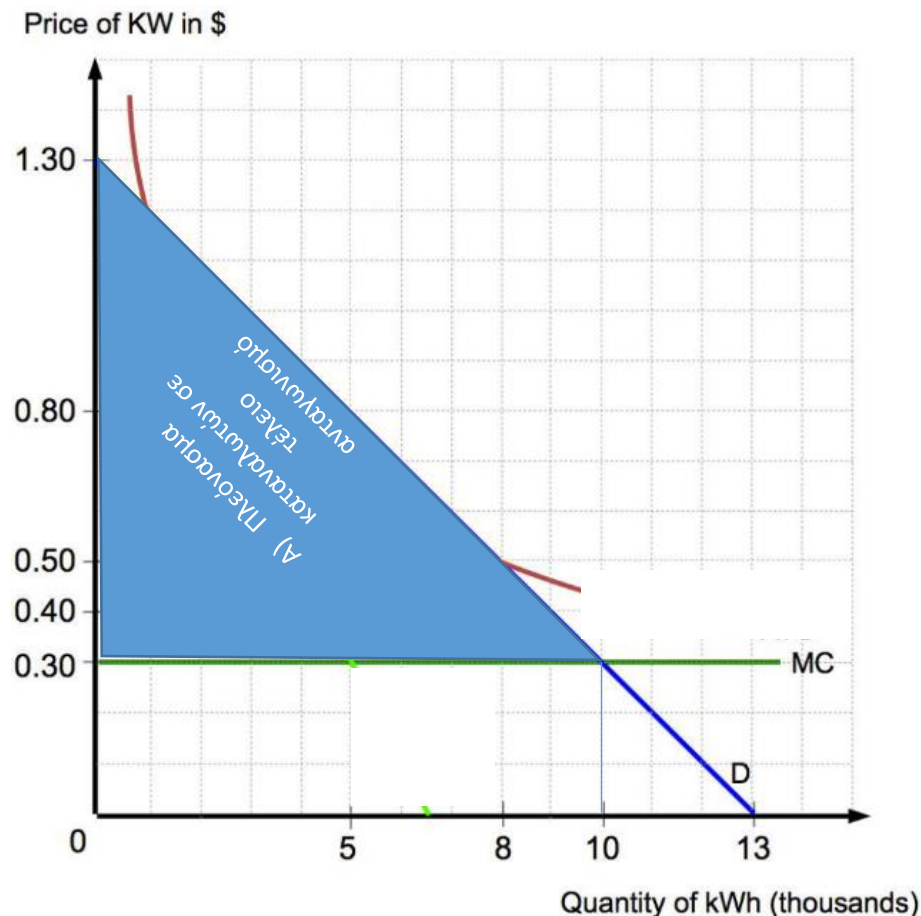
³ Δείτε το παράδειγμα στις διαφάνειες 21-22 για να καταλάβετε τη διαφορά μέσου μεταβλητού κόστους (average variable cost) και οριακού κόστους παραγωγής (marginal cost).

⁴ Τα έσοδα ορίζονται ως τιμή-ανά-μονάδα επί ποσότητα προϊόντος $R=p \times q$. Τα μέσα έσοδα ανά μονάδα είναι $AR=R/q=p$ που ισχύει και στην περίπτωση του ανταγωνισμού και του μονοπωλίου, δηλαδή τα μέσα έσοδα είναι η τιμή ανά μονάδα προϊόντος που πουλήθηκε, οπότε και η καμπύλη ζήτησης της αγοράς, ενώ τα οριακά έσοδα είναι $MR=p$ στην περίπτωση του ανταγωνισμού αλλά $MR=p(1+1/\epsilon)$ στο μονοπώλιο. Επομένως στην περίπτωση της ανταγωνιστικής αγοράς ισχύει πως $MR=AR$ (η ίδια καμπύλη), ενώ στο μονοπώλιο $MR=AR(1+1/\epsilon)$. Έτσι, ενώ στον ανταγωνισμό το σημείο τομής $MR=MC$ συμπίπτει με το σημείο $MR=AR=MC$, στην περίπτωση του μονοπωλίου η τιμολόγηση γίνεται ως εξής: αφού έχει βρεθεί η ποσότητα που μεγιστοποιεί το κέρδος (από $MR=MC$), χρησιμοποιούμε την καμπύλη ζήτησης της αγοράς AR για να βρούμε την τιμή σε αυτή την ποσότητα (διαφάνεια 44).

Το παρακάτω σχήμα αντιπροσωπεύει τη μονοπωλιακή αγορά ηλεκτρική ενέργειας. Δείχνει την καμπύλη ζήτησης ηλεκτρισμού D σε kWh (κιλοβατώρες), την καμπύλη οριακών εσόδων της μονοπωλήτριας εταιρίας (MR), την καμπύλη οριακού κόστους (MC) και μέσου κόστους (ATC). Η κυβέρνηση θέλει να ρυθμίσει την αγορά επιβάλλοντας ένα ανώτατο όριο στην τιμή (price ceiling).

1. Εάν η κυβέρνηση δε ρυθμίσει την αγορά, ποιά τιμή ανά κιλοβατώρα θα χρεώσει ο μονοπωλητής; Επίσης ζωγραφίστε στο σχήμα το κέρδος του μονοπωλητή (monopoly profit) και την απώλεια ευημερίας των καταναλωτών (welfare loss) αλλά και τη συνολική απώλεια ευημερίας της αγοράς (deadweight loss - DWL) εξ' αιτίας του μονοπωλίου.

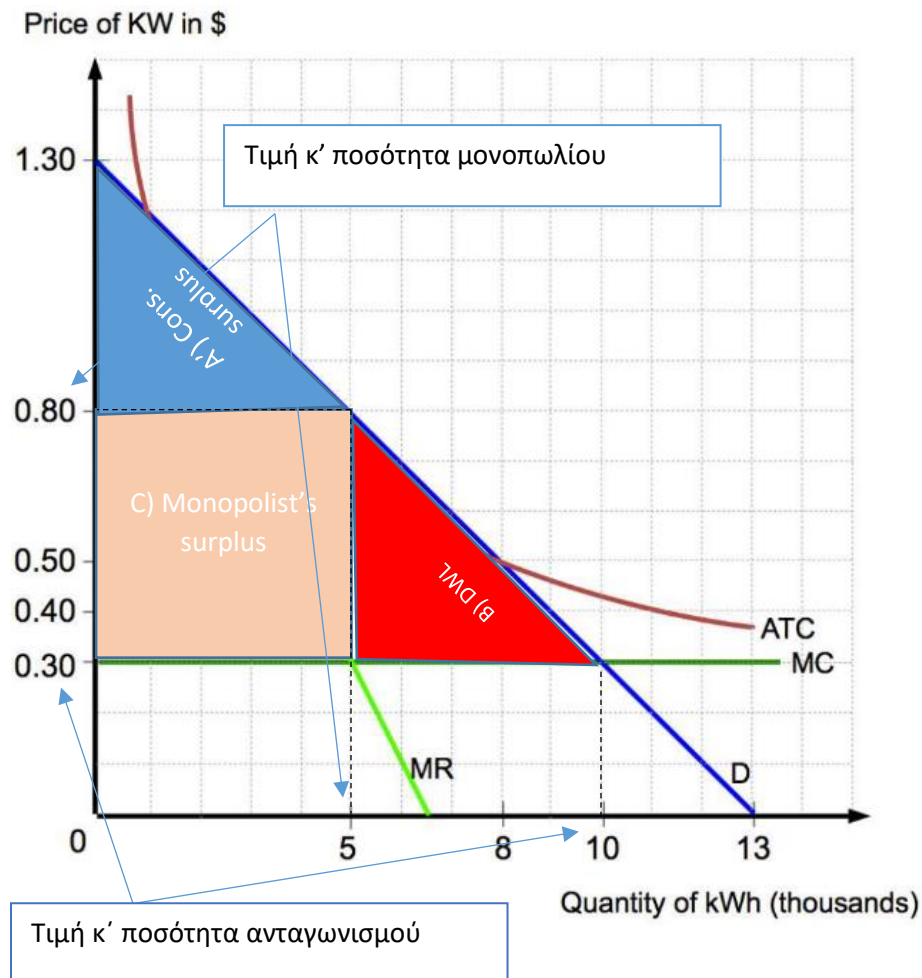
Εάν είχαμε τέλειο ανταγωνισμό (επομένως εκτός από πολλούς καταναλωτές θα είχαμε και πολλούς «μικρούς» παραγωγούς και όχι έναν μονοπωλητή), η καμπύλη ζήτησης D θα ήταν και η καμπύλη MR. Έτσι το σημείο ισορροπίας $MR=MC$ θα ήταν στις 10 kWh και η τιμή στον τέλειο ανταγωνισμό θα ήταν 0.30. Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται και το κοινωνικό πλεόνασμα των καταναλωτών κάτω από την καμπύλη ζήτησης και πάνω από την τιμή της αγοράς. Το κοινωνικό πλεόνασμα των παραγωγών είναι μηδέν γιατί από υπόθεση έχουν σταθερό οριακό κόστος (εάν η καμπύλη MC ήταν αυξανόμενη όπως σε παραδείγματα των διαλέξεων, τότε το κοινωνικό πλεόνασμα των παραγωγών θα ήταν το αντίστοιχο τρίγωνο που σχηματίζεται πάνω από την καμπύλη MC μέχρι την τιμή της αγοράς).



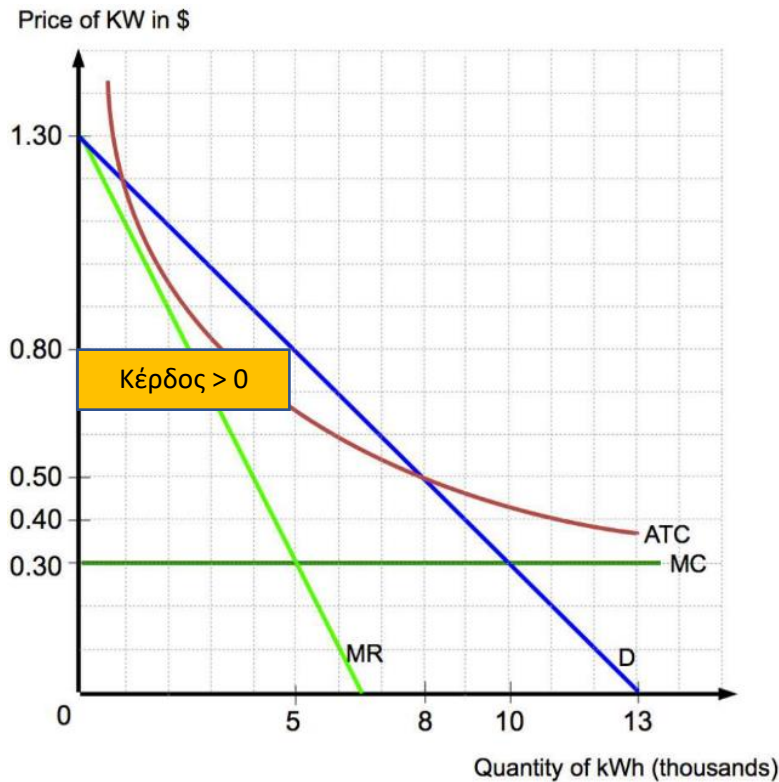
Στην περίπτωση του μονοπωλίου, σύμφωνα με τη θεωρία μας η καμπύλη MR θα διαφέρει από την καμπύλη ζήτησης της αγοράς όπως στο παρακάτω σχήμα. Η ισορροπία στην τιμή πάλι έρχεται από τον κανόνα $MR=MC$ και η τιμή έρχεται από την καμπύλη ζήτησης της αγοράς. Η ισορροπία στο μονοπώλιο έρχεται λοιπόν στην ποσότητα 5 και τιμή 0.8.

Λόγω του μονοπωλίου το κοινωνικό πλεόνασμα των καταναλωτών (consumer surplus) μειώνεται από το μεγάλο τρίγωνο A στο μικρότερο τρίγωνο A'. Στην μονοπωλιακή ισορροπία ο παραγωγός απολαμβάνει μέρος του κοινωνικού πλεονάσματος των καταναλωτών (τετράγωνο C) ενώ το κόκκινο τρίγωνο B είναι η συνολική απώλεια ευημερίας της αγοράς (deadweight loss).

Επομένως οι καταναλωτές χάνουν το τραπέζιο B+C, ο μονοπωλητής κερδίζει το C, ενώ όλη η αγορά έχει απώλεια ευημερίας B.

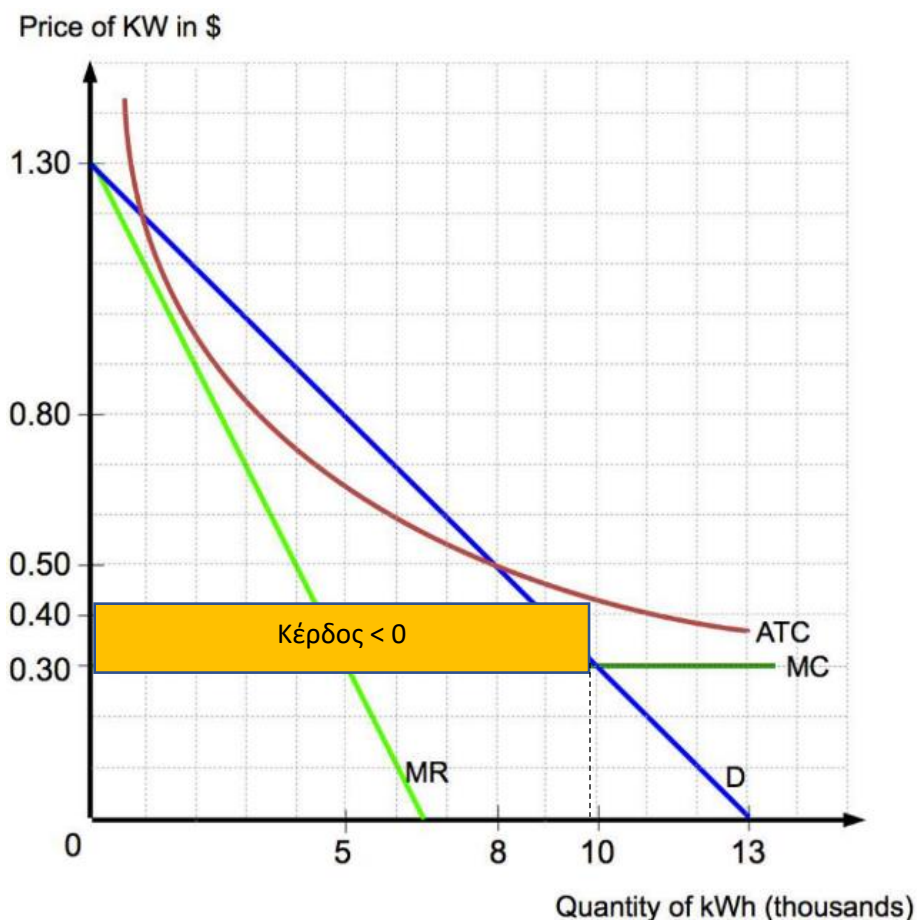


Το χρηματικό κέρδος του μονοπωλητή είναι το παραλληλόγραμμο από την τιμή της αγοράς (0.8) μέχρι την καμπύλη μέσου κόστους ανά μονάδα (ATC) επί τον αριθμό των μονάδων που πουλάει (5):



2. Ο μονοπωλητής θα έχει κέρδος, ζημία, ή μηδενικό κέρδος (break even – νεκρό σημείο) εάν η κυβέρνηση θέσει ως ανώτατη τιμή ανά μονάδα τα \$0.3/kWh; Ζωγραφίστε σε δεύτερο σχήμα την απάντησή σας. Πως θα άλλαζε η απάντησή σας εάν η ανώτατη τιμή ήταν \$0.5/kWh;

Όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα στα 0.3 (ανταγωνιστική τιμή) ο μονοπωλητής έχει αρνητικό κέρδος δηλαδή ζημία. Αυτό φαίνεται καθώς η ζήτηση βρίσκεται κάτω από την καμπύλη μέσου κόστους του μονοπωλητή. Έτσι για κάθε μονάδα που πωλείται ο μονοπωλητής χάνει περίπου 0.12 (0.42-0.3). Στα 0.5 ο μονοπωλητής θα έχει μηδενικό κέρδος. Είναι το νεκρό σημείο για τον παραγωγό καθώς για κάθε μονάδα βγάζει όσο του κοστίζει να την παράξει.



Άσκηση 2 – Αγορά ηλεκτρισμού

Θεωρείστε ένα σύστημα ηλεκτρισμού μιας χώρας όπου υπάρχουν 3 τεχνολογίες στην ηλεκτροπαραγωγή:

- ανανεώσιμες πηγές ενέργειας με οριακό κόστος 0 και μέγιστη παραγωγή 2000MWh,
- λιγνιτικές μονάδες με οριακό κόστος 20ευρώ/MWh και μέγιστη παραγωγή 1000MWh,
- μονάδες φυσικού αερίου με οριακό κόστος 80ευρώ/MWh και μέγιστη παραγωγή 2000MWh.

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας περιλαμβάνουν αιολικά και φωτοβολταϊκά πάρκα. Η παραγωγή από φωτοβολταϊκά αλλάζει μέσα στην ημέρα, για την ακρίβεια η μέγιστη παραγωγή τους είναι 1450MWh και είναι διαθέσιμη στις 15:00, ενώ στις 21:00 δεν είναι καθόλου διαθέσιμα. Η παραγωγή από αιολικά πάρκα είναι σταθερή μέσα στην ημέρα και ίση με 550MWh. Επομένως, η καμπύλη προσφοράς στις 15:00 είναι

$$p = \{0 \text{ όταν } 0 \leq q_S < 2000, \quad 20 \text{ όταν } 2000 \leq q_S < 3000, \quad 80 \text{ όταν } 3000 \leq q_S < 5000$$

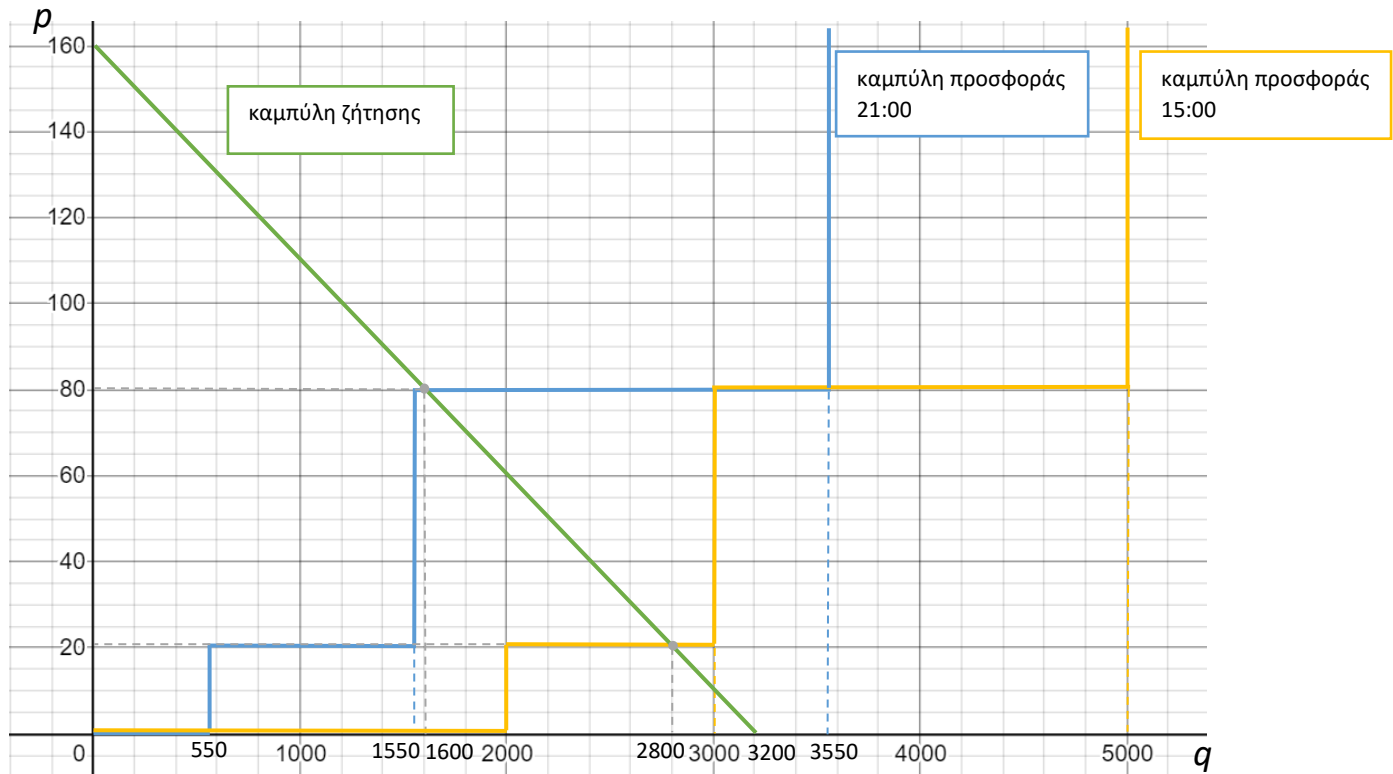
ενώ στις 21:00 είναι

$$p = \{0 \text{ όταν } 0 \leq q_S < 550, \quad 20 \text{ όταν } 550 \leq q_S < 1550, \quad 80 \text{ όταν } 1550 \leq q_S < 3550$$

Η καμπύλη ζήτησης παραμένει ίδια κατά τη διάρκεια της ημέρας και περιγράφεται από τη σχέση

$$p = 160 - 0.05q_D$$

Σχεδιάστε την καμπύλη προσφοράς στις 15:00, την καμπύλη προσφοράς στις 21:00, και την καμπύλη ζήτησης. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το παρακάτω σύστημα αξόνων.



1. Ποια είναι η τιμή και η ποσότητα του ηλεκτρισμού στις 15:00; Ποια είναι η τιμή και η ποσότητα στις 21:00; Βρείτε την ελαστικότητα της ζήτησης στα δύο αυτά σημεία. Πότε είναι η ζήτηση πιο ελαστική;

Στις 15:00, η καμπύλη προσφοράς έχει αυξημένο μερίδιο από ΑΠΕ και είναι η κίτρινη γραμμή στο γράφημα. Γραφικά μπορούμε να δούμε ότι η καμπύλη ζήτησης (πράσινη γραμμή) τέμνει την καμπύλη προσφοράς στην τιμή 20EUR/MWh. Από τις εκφράσεις για την προσφορά στις 15:00 και την ζήτηση, μπορούμε να επαληθεύσουμε και να υπολογίσουμε ότι

$$p^* = 20 \Leftrightarrow 20 = 160 - 0.05q_D^* \Leftrightarrow q_D^* = \frac{160 - 20}{0.05} = \frac{140}{0.05} = 2800$$

Επομένως, η ποσότητα ηλεκτρισμού που καταναλώνεται στις 15:00 είναι 2800MWh. Η ελαστικότητα της ζήτησης σε αυτό το σημείο ισούται με

$$\epsilon_D^* = \text{κλίση} * \frac{\text{τιμή}}{\text{ποσότητα}} = \frac{0 - 3200}{160 - 0} \frac{20}{2800} = -20 \frac{1}{140} = -\frac{1}{7}$$

Στις 21:00, το μερίδιο των ΑΠΕ είναι μικρότερο συγκριτικά με τις 15:00. Τώρα η καμπύλη προσφοράς είναι η μπλε γραμμή, η οποία τέμνει την καμπύλη ζήτησης (πράσινη) στα 80EUR/MWh. Όμοια με παραπάνω, μπορούμε να βρούμε ότι

$$p^{**} = 80 \Leftrightarrow 80 = 160 - 0.05q_D^{**} \Leftrightarrow q_D^{**} = \frac{160 - 80}{0.05} = \frac{80}{0.05} = 1600$$

Η ποσότητα ηλεκτρισμού που καταναλώνεται στις 21:00 είναι 1600MWh. Η ελαστικότητα σε αυτό το σημείο είναι

$$\epsilon_D^{**} = \kappaλίση * \frac{\text{τιμή}}{\text{ποσότητα}} = \frac{0 - 3200}{160 - 0} \frac{80}{1600} = -20 \frac{1}{20} = -1$$

Αν συγκρίνουμε τις δύο ελαστικότητες βλέπουμε ότι $\epsilon_D^{**} = -1 < \epsilon_D^* = -\frac{1}{7}$. Άρα στις 15:00 η ζήτηση είναι λιγότερη ελαστική.

2. Βρείτε το ενεργειακό μείγμα, δηλαδή πόσο παράγει κάθε τεχνολογία, για κάθε ώρα. Ποιο είναι το κέρδος για κάθε μια από τις 3 τεχνολογίες σε κάθε ώρα; Υπάρχει φαινόμενο κανιβαλισμού σε αυτό το σύστημα;

Υποσημείωση: Θυμηθείτε ότι σε μια καμπύλη προσφοράς, οι διάφορες τεχνολογίες μπαίνουν ανάλογα με το οριακό τους κόστος, από τη φθηνότερη στην ακριβότερη.

Στις 15:00, η κατανάλωση ηλεκτρισμού είναι 2800MWh. Από την συνάρτηση προσφοράς, που αναπαρίσταται από την κίτρινη γραμμή, βλέπουμε ότι οι ΑΠΕ παράγουν στο μέγιστο που διαθέτουν, δηλαδή 2000MWh. Η τιμή του ηλεκτρισμού στις 15:00 είναι 20EUR/MWh με οριακό κόστος 0. Επομένως, το κέρδος των ΑΠΕ στις 15:00 είναι

$$\pi_{ΑΠΕ}^* = (20 - 0) * 2000 = 40000EUR$$

Οι υπόλοιπες 800MWh παράγονται από λιγνιτικές μονάδες, οι οποίες έχουν οριακό κόστος 20EUR/MWh, άρα το κέρδος τους είναι

$$\pi_{ΛΙΓΝ}^* = (20 - 20) * 800 = 0$$

Τέλος οι μονάδες φυσικού αερίου δεν παράγουν καθόλου στις 15:00:

$$\pi_{Φ/Α}^* = 0$$

Στις 21:00, καταναλώνονται 1600MWh με τιμή 80EUR/MWh. Και πάλι από την αντίστοιχη συνάρτηση προσφοράς, η οποία αντιστοιχεί στην μπλε γραμμή, καταλήγουμε ότι οι ΑΠΕ παράγουν στο μέγιστο, το οποίο τώρα είναι 550MWh, με κέρδος

$$\pi_{ΑΠΕ}^{**} = (80 - 0) * 550 = 44000EUR$$

Απομένουν 1150MWh, από τις οποίες 1000MWh παράγονται από τις λιγνιτικές μονάδες. Το κέρδος τους τώρα είναι

$$\pi_{ΛΙΓΝ}^{**} = (80 - 20) * 1000 = 60000EUR$$

Οι τελευταίες 50MWh παράγονται από μονάδες φυσικού αερίου, οι οποίες έχουν οριακό κόστος 80EUR/MWh. Άρα το κέρδος τους είναι

$$\pi_{Φ/Α}^{**} = (80 - 80) * 50 = 0$$

Αν συγκρίνουμε τα κέρδη των ΑΠΕ στις 15:00 με τα κέρδη τους στις 21:00, βλέπουμε ότι το κέρδος των ΑΠΕ είναι μικρότερο στις 15:00. Το αυξημένο μερίδιο ΑΠΕ στις 15:00 οδηγεί την καμπύλη προσφοράς να μετακινηθεί δεξιά σε τέτοιο βαθμό που αφενός η τιμή που λαμβάνουν όλες οι τεχνολογίες στο σύστημα

να πέσει, αφετέρου τα κέρδη των ΑΠΕ να μειωθούν λόγω της αυξημένης παραγωγής τους. Επομένως, μπορούμε να πούμε ότι σε αυτό το σύστημα υπάρχει κανιβαλισμός στις ΑΠΕ.

Άσκηση 3 - Πετρέλαιο / Φυσικό αέριο

Σύμφωνα με το παρακάτω απόκομμα οικονομικής εφημερίδας, το πολιτικό forum G7 πιέζει τον OPEC να αυξήσει την παραγωγή ώστε να μειωθεί η τιμή του πετρελαίου.

G7 urges Opec to boost output to cool oil market

1. Για ποιο λόγο μπορεί ο OPEC να επηρεάσει την παγκόσμια αγορά πετρελαίου αλλά η Αγγλία όχι; Σύμφωνα με τις διαφάνειες της διάλεξης 5, ποια θα ήταν η ελάχιστη τιμή πετρελαίου στην οποία θα μπορούσε να σκοπεύσει ο OPEC χωρίς να πληγούν τα οικονομικά του συμφέροντα;

Επειδή έχει το μικρότερο κόστος παραγωγής και τα μεγαλύτερα κοιτάσματα.

Δεν υπάρχει ακριβώς σωστή απάντηση. Μία σκέψη είναι να τιμολογηθεί στο σημείο που δε θα πληγεί η χώρα-μέλος με το πιο ακριβό κόστος παραγωγής, που σύμφωνα με τη διαφάνεια 17, είναι η Venezuela. Σε αυτή την περίπτωση η τιμή θα ήταν λίγο πάνω από τα 28\$ ανά βαρέλι. Η άλλη σκέψη είναι πως οι χώρες της Μέσης Ανατολής παράγουν πάνω από το 60% του παγκοσμίου πετρελαίου και είναι οι κυρίαρχες δυνάμεις του OPEC. Η απολύτως ελάχιστη τιμή που θα μπορούσε να φτάσει είναι λίγο πάνω από το κόστος ανά βαρέλι αυτών των χωρών, δηλαδή περίπου 10 \$/βαρέλι.

2. Σύμφωνα με το υπόδειγμα των διαφανειών της διάλεξης 5, πώς θα επηρεαζόταν η αγορά μακροπρόθεσμα (τιμή και ποσότητα) εάν η Σαουδική Αραβία αύξανε την παραγωγής της κατά 20%; Υποθέστε τιμή πετρελαίου \$100/barrel, παγκόσμια ζήτηση 33 billion barrels/year (bb/y), παραγωγή OPEC 12 bb/y, παραγωγή Σαουδικής Αραβίας 3.5 bb/y (μέλος του OPEC), και ελαστικότητες όπως στη διαφάνεια 36.

Σύμφωνα με τα δεδομένα της άσκησης, η παγκόσμια ζήτηση είναι $q^*=33$, η οποία καλύπτεται ως εξής: 12 από τον OPEC και τα υπόλοιπα 21 από το ανταγωνιστικό κομμάτι της αγοράς. Μέσα στα 12 του OPEC συμπεριλαμβάνεται και η παραγωγή της ΣΑ, ήτοι 3.5. Η τιμή ισορροπίας είναι $p^*=\$100$. Οι ελαστικότητες ζήτησης (ϵ_D) και προσφοράς (ϵ_S) βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα είναι

Elasticities:	LR
World demand (ϵ_D)	-0.30
Competit. Supply (ϵ_S)	0.30

Χρησιμοποιώντας τους τύπους της διάλεξης, η ζήτηση είναι:

$$D = q^* + \epsilon_D \frac{q^*}{p^*} (p - p^*)$$

Ενώ τη προσφορά έχει δύο μέρη: το ανταγωνιστικό κομμάτι που υπακούει στους νόμους προσφοράς και ζήτησης, και τον OPEC. Η συνάρτηση προσφοράς του ανταγωνιστικού μέρους των παραγωγών είναι:

$$S^C = q^C + \epsilon_S \frac{q^C}{q^*} (p - p^*)$$

Στο παραπάνω q^C είναι η ποσότητα που προσφέρει το ανταγωνιστικό κομμάτι της αγοράς, δηλ. 21. Η συνάρτηση προσφοράς για όλη την αγορά (ανταγωνιστικό κομμάτι + OPEC) είναι $S = S^C + q^{OPEC}$:

$$S = \frac{(q^C + q^{OPEC})}{q^*} + \epsilon_S \frac{q^C}{q^*} (p - p^*)$$

Έτσι προκύπτουν τα παρακάτω για τη βραχυπρόθεσμη (SR) και μακροπρόθεσμη (LR) ζήτηση και προσφορά:

$$D_{LR} = 33 + (-0.3) \frac{33}{100} (p - 100) = 42.9 - 0.1 p$$

$$S_{LR} = 33 + 0.3 \frac{21}{100} (p - 100) = 26.7 + 0.063 p$$

Η άσκηση ζητάει να υπολογιστεί πως θα επηρεαστεί η τιμή και η ποσότητα βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα εάν η ΣΑ αυξήσει την παραγωγή κατά 20% (δηλαδή κατά 0.7).

Όταν ο η ΣΑ αυξήσει την παραγωγή κατά 20%, αυτό δε θα μετακινήσει όλη την καμπύλη προσφοράς, για το λόγο ότι η ΣΑ ως μέρος του καρτέλ του OPEC δεν ακολουθεί τους νόμους προσφοράς και ζήτησης του τέλειου ανταγωνισμού, όπως κάνει το ανταγωνιστικό κομμάτι της αγοράς.

$$S'_{LR} = S_{LR} + 0.7 = (26.7 + 0.7) + 0.063 p = 27.4 + 0.063 p$$

Ισορροπία στην αγορά σημαίνει ζήτηση = προσφορά. Οπότε μακροπρόθεσμα έχουμε:

$$D'_{LR} = S'_{LR} \rightarrow p^*_{LR} = 95.1 \$/b$$