



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**

Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

«Μαθηματική Προτυποποίηση σε Σύγχρονες Τεχνολογίες και στα Οικονομικά»

---

**Μεταπτυχιακή εργασία**

«Παράγωγα στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας»

του Μεταπτυχιακού Φοιτητή

Βασιλείου Δ. Μαυράκη

Επιβλέπων

Αθανάσιος Τριανταφύλλου





στην οικογένειά μου,



## Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλαν με οποιονδήποτε τρόπο στην επιτυχή εκπόνηση αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας. Ιδιαίτερα, θα πρέπει να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέπον κ. Αθανάσιος Τριανταφύλλου, για την ευκαιρία που μου έδωσε και για την επίβλεψη αυτής της εργασίας. Ήταν πάντα διαθέσιμος να μου προσφέρει τις γνώσεις και την εμπειρία του για τη βαθύτερη κατανόηση της θεωρίας των παραγώγων.

Βασίλειος Δ. Μαυράκης

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Δ.Π.Θ.

MSc “Παραγωγή και Διαχείριση Ενέργειας” Ε.Μ.Π.

MSc “Μαθηματική Προτυποποίηση σε Σύγχρονες Τεχνολογίες και την Χρηματοοικονομική” Ε.Μ.Π.

Αθήνα, 10 Σεπτεμβρίου 2020



## **Περίληψη**

Η παρούσα διπλωματική εργασία εξετάζει την συμπεριφορά των χονδρεμπορικών τιμών της ηλεκτρικής ενέργειας καθώς επίσης και τις αντίστοιχες τιμές των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης για τις χώρες της Γερμανίας και της Γαλλίας που διαπραγματεύονται στο ενεργειακό χρηματιστήριο του EEX. Ο κύριος στόχος είναι ο προσδιορισμός του premium που παρατηρείται στα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης στην ηλεκτρική ενέργεια, η εκτίμηση της οικονομικής τους σημασίας καθώς και οι παράγοντες που επηρεάζουν την συμπεριφορά τους.

Τα δεδομένα που μελετήθηκαν αφορούν τις πραγματικές τιμές της ηλεκτρικής ενέργειας κατά την περίοδο 2016-2019 για τις προαναφερθείσες χώρες καθώς επίσης και τις τιμές των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης για το ίδιο χρονικό διάστημα. Τα δεδομένα αυτά συμπληρώνονται από τις τιμές των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, του πετρελαίου, του άνθρακα και του φυσικού αερίου, τα οποία είναι οι μεταβλητές που χρησιμοποιούνται για την εξέταση της συμπεριφοράς των τιμών των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης στην ηλεκτρική ενέργεια.

Στο πρώτο κεφάλαιο εξετάζεται ο σκοπός της απελευθέρωσης της αγοράς της ηλεκτρικής ενέργειας και ποιο συγκεκριμένα η επίτευξη της μείωσης των τιμών για τον καταναλωτή που έχει όμως σαν αντίκτυπο την αύξηση της διακύμανσης των τιμών, οι τιμές της ηλεκτρικής ενέργειας παρουσιάζουν την μεγαλύτερη διακύμανση στο ενεργειακό συγκρότημα. Επιπλέον, στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύονται οι βασικές αρχές της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας σε Γαλλία και Γερμανία. Τα αποτελέσματα δείχνουν, στο πέμπτο κεφάλαιο, ότι το risk premium στα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης στην αγορά του EEX είναι μη μηδενικό και θετικό για βραχυπρόθεσμα και μεσοπρόθεσμα συμβόλαια, αντιθέτως, το premium είναι αρνητικό για μακροπρόθεσμα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης, ενώ η απόλυτη τιμή του premium γενικώς αυξάνεται καθώς αυξάνεται η περίοδος ωρίμανσής του συμβολαίου. Υπάρχει επίσης εποχικότητα στο premium καθώς τα συμβόλαια που διαπραγματεύονται σε μήνες όπου η ζήτηση είναι αυξημένη και δύσκολη να προβλεφθεί έχουν σημαντικά θετικό premium.

Στο τελευταίο κεφάλαιο εξετάστηκε ο συσχετισμός μεταξύ των τιμών των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα με τις αντίστοιχες τιμές συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης στον ηλεκτρισμό. Οι τιμές αυτές φαίνεται να παρουσιάζουν γραμμική συσχέτιση τα τελευταία χρόνια καθώς οι εκπομπές βρίσκονται πάνω από το όριο των δέκα ευρώ ανά τόνο. Σε αυτά τα επίπεδα των τιμών των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα φαίνεται επίσης ότι υπάρχει και απόλυτα γραμμικός συσχετισμός με τις αντίστοιχες τιμές των συμβολαίων του φυσικού αερίου.

## **Λέξεις Κλειδιά**

EEX, ΣΜΕ στην ενέργεια, διακύμανση τιμών ενέργειας, αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, κίνδυνος στην αγορά ενέργειας, premium στην αγορά ενέργειας



## **Abstract**

This master's thesis examines the behavior of electricity and futures prices and the futures premium in the German and French electricity market, EEX. The objective of the study is to identify, whether a nonzero futures premium exists in the EEX market, and to gauge its economic significance and the factors affecting its behavior.

The data in this study consists of daily electricity spot prices in the EEX power exchange for the years 2016-2019, and electricity future price data for weekly, monthly, quarterly and yearly future contracts for the same period. The price data is complemented by coal, brent, gas and carbon emission price data, which are the variables used to examine the behavior of the electricity prices and the futures premium.

The first chapter shows that the price fluctuations and partially move with demand are a specific feature inherent to liberalized electricity prices, finds out that liberation of the electricity market did achieve the goal of lowering the price level at the cost of higher price volatility. Power electricity prices are the most volatile at the energy section. Moreover, second chapter analyze the fundamentals of German and French electricity market.

The results show at the chapter five that the futures premium in the EEX market is nonzero and positive for short and mid term future contracts whereas premium is negative for long term futures, generally increasing absolute value with the contract maturity. A seasonality on risk premium is also exist, contracts negotiating at months where the demand is unstated have significant positive risk premium.

Finally, chapter six show the regression analysis with the carbon emission prices at the yearly futures contracts. Especially, there is a positive linear relationship with those prices at the last two years where the carbon emission prices jumped to 10 euros per ton. In that level of carbon emissions prices there is also a positive significant correlation with the gas forward prices.

## **Keywords**

EEX, German electricity market, French electricity market, volatility of electricity prices, future premium, electricity prices, electricity futures, EEX futures, European Energy Exchange, basis premium, premia, futures electricity pricing, power futures



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΣΧΗΜΑΤΑ .....</b>	<b>13</b>
<b>ΕΙΚΟΝΕΣ.....</b>	<b>25</b>
<b>ΠΙΝΑΚΕΣ.....</b>	<b>27</b>
<b>1. Η ΑΓΟΡΑ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....</b>	<b>31</b>
1.1. Εισαγωγή.....	31
1.2. Απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας .....	32
1.2.1. Χρηματιστήρια ηλεκτρικής ενέργειας .....	35
1.3. Διακύμανση τιμών ηλεκτρικής ενέργειας (Volatility) .....	37
1.3.1. Μεθοδολογία υπολογισμού .....	37
1.3.2. Μέγεθος δείγματος .....	38
1.3.3. Ετήσια μεταβλητότητα τιμών Γαλλίας και Γερμανίας (Annualized historical volatility).....	40
1.4. Μηνιαία μεταβλητότητα τιμών – (Monthly historical volatility).....	42
1.5. Βιβλιογραφία 1 <sup>ο</sup> κεφαλαίου .....	45
1.5.1. Ελληνική.....	45
1.5.2. Ξένα.....	45
<b>2. Η ΑΓΟΡΑ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗ ΓΕΡΜΑΝΙΑ ΚΑΙ ΤΗ ΓΑΛΛΙΑ.....</b>	<b>47</b>
2.1. Η αγορά ηλεκτρικής ενέργειας στην Γερμανία.....	47
2.1.1. Κατανάλωση - Παραγωγή (Consumption - Production) .....	47
2.1.2. Τιμές spot αγοράς επόμενης ημέρας (Spot Day Ahead Market Prices).....	50
2.2. Παράγοντες που επηρεάζουν την τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας στη Γερμανία.....	51
2.3. Η αγορά της ηλεκτρικής ενέργειας στη Γαλλία.....	57
2.3.1. Κατανάλωση - Παραγωγή (Consumption - Production) .....	57
2.3.2. Τιμές spot αγοράς επόμενης ημέρας (Spot Day Ahead Market Prices).....	60
2.4. Παράγοντες που επηρεάζουν την τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας στη Γαλλία .....	61
2.5. Βιβλιογραφία 2 <sup>ο</sup> κεφαλαίου .....	66
2.5.1. Ξένα.....	66
<b>3. ΠΑΡΑΓΩΓΑ ΣΤΗΝ ΑΓΟΡΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....</b>	<b>67</b>
3.1. Εισαγωγή.....	67
3.2. Παράγωγα χρηματοοικονομικά προϊόντα .....	70

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

3.2.1.	Παράγωγα χρηματοοικονομικά προϊόντα στην αγορά της ηλεκτρικής ενέργειας .....	71
<b>3.3.</b>	<b>Χρήση και σημασία των παραγώγων .....</b>	<b>72</b>
<b>3.4.</b>	<b>Συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης στην αγορά της ηλεκτρικής ενέργειας (Power Futures) .....</b>	<b>74</b>
3.4.1.	Χρήση των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης στην αγορά της ηλεκτρικής ενέργειας .....	75
<b>3.5.</b>	<b>Θέσεις σε συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης .....</b>	<b>75</b>
3.5.1.	Θέση αγοραστή (Long) .....	75
3.5.2.	Θέση πωλητή (Short).....	76
<b>3.6.</b>	<b>Βασικά χαρακτηριστικά συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης .....</b>	<b>77</b>
<b>3.7.</b>	<b>Η αγορά παραγώγων του ΕΕΧ.....</b>	<b>78</b>
<b>3.8.</b>	<b>Βιβλιογραφία 3<sup>ου</sup> κεφαλαίου .....</b>	<b>80</b>
3.8.1.	Ελληνική .....	80
3.8.2.	Ξένα .....	80
<b>4.</b>	<b>ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΣΥΜΒΟΛΑΙΩΝ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΚΠΛΗΡΩΣΗΣ ΚΑΙ ΚΙΝΔΥΝΟΣ.....</b>	<b>83</b>
<b>4.1.</b>	<b>Εισαγωγή .....</b>	<b>83</b>
<b>4.2.</b>	<b>Αποτίμηση στα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης στην ηλεκτρική ενέργεια.....</b>	<b>85</b>
<b>4.3.</b>	<b>Μέθοδος υπολογισμού risk premium στα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης στην ηλεκτρική ενέργεια.....</b>	<b>87</b>
<b>4.4.</b>	<b>Risk Premium σε συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης ηλεκτρικής ενέργειας – Βιβλιογραφική ανασκόπηση .....</b>	<b>88</b>
<b>4.5.</b>	<b>Risk Premium σε ετήσια συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης (Yearly Futures) .....</b>	<b>90</b>
4.5.1.	Ετήσια συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας.....	92
4.5.2.	Ετήσια συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γαλλίας.....	94
4.5.3.	Ετήσια συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας και Γαλλίας .....	97
<b>4.6.</b>	<b>Risk Premium σε τριμηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης (Quarterly Futures) ..</b>	<b>101</b>
4.6.1.	Τριμηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας.....	102
4.6.2.	Τριμηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γαλλίας.....	106
4.6.3.	Τριμηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας και Γαλλίας .....	110
<b>4.7.</b>	<b>Risk Premium σε μηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης (Monthly Futures).....</b>	<b>116</b>
4.7.1.	Μηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας.....	116
4.7.2.	Μηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γαλλίας.....	121
4.7.3.	Μηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας και Γαλλίας .....	125
<b>4.8.</b>	<b>Risk Premium σε εβδομαδιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης (Weekly Futures) ..</b>	<b>131</b>

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

4.8.1.	Εβδομαδιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας.....	131
<b>4.9.</b>	<b>Εποχικότητα του risk premium (Seasonality of risk premium) .....</b>	<b>134</b>
4.9.1.	Διάκριση με βάση το τρίμηνο .....	134
4.9.2.	Διάκριση με βάση το μήνα .....	136
<b>4.10.</b>	<b>Βιβλιογραφία 4<sup>ου</sup> κεφαλαίου.....</b>	<b>139</b>
4.10.1.	Ξένη .....	139
<b>5.</b>	<b>ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΤΩΝ ΣΥΜΒΟΛΑΙΩΝ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΚΠΛΗΡΩΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ .....</b>	<b>143</b>
<b>5.1.</b>	<b>Η επιρροή του κόστους των υποκείμενων καυσίμων στα ετήσια συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης στην ενέργεια.....</b>	<b>145</b>
5.1.1.	Κόστος αργού πετρελαίου .....	145
5.1.2.	Κόστος άνθρακα .....	167
5.1.3.	Κόστος φυσικού αερίου.....	188
<b>5.2.</b>	<b>Η επιρροή του κόστους των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στα ετήσια συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης στην ενέργεια.....</b>	<b>211</b>
<b>5.3.</b>	<b>Συμπεράσματα .....</b>	<b>234</b>
<b>5.4.</b>	<b>Βιβλιογραφία 6<sup>ου</sup> κεφαλαίου .....</b>	<b>241</b>
5.4.1.	Ελληνική.....	241
5.4.2.	Ξένη.....	241



## ΣΧΗΜΑΤΑ

Σχήμα 1.1: Διάγραμμα μέσων ημερήσιων τιμών Γερμανίας (DE) για τα έτη 2016-2019.....	39
Σχήμα 1.2: Διάγραμμα μέσων ημερήσιων τιμών Γαλλίας (FR) για τα έτη 2016-2019.....	39
Σχήμα 1.3: Ετήσιο historical volatility Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR) κατά τα έτη 2016-2019.....	41
Σχήμα 1.4: Ετήσιο historical volatility Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR) κατά τα έτη 2016-2019 – σύγκριση με volatility Μεγάλης Βρετανίας (GB) και volatility αερίου (GAS).....	41
Σχήμα 1.5: Μηνιαίο baseload volatility Γερμανίας, Γαλλίας και αερίου κατά τα έτη 2016-2019.....	44
Σχήμα 1.6: Μηνιαίο peakload volatility Γερμανίας, Γαλλίας και αερίου κατά τα έτη 2016-2019.....	44
Σχήμα 2.1: Ποσοστό συμμετοχής επί της συνολικής παραγωγής στη Γερμανία (DE) για τα έτη 2016-2019, διάκριση με βάση το είδος του καυσίμου.....	48
Σχήμα 2.2: Ποσοστό συμμετοχής επί της συνολικής παραγωγής στη Γερμανία (DE) για τα έτη 2016-2019, διάκριση με βάση το είδος της τεχνολογίας.....	48
Σχήμα 2.3: Ποσοστό συμμετοχής επί της συνολικής παραγωγής στη Γερμανία (DE) για τα έτη 2016-2019 σε μηνιαία βάση, διάκριση με βάση το είδος του καυσίμου.....	49
Σχήμα 2.4: Εξέλιξη spot τιμών Γερμανίας (DE) για τα έτη 2016-2019 σε ημερήσιο επίπεδο.....	50
Σχήμα 2.5: Εξέλιξη spot τιμών Γερμανίας (DE) για τα έτη 2016-2019 σε μηνιαίο επίπεδο.....	50
Σχήμα 2.6: Σχηματική απεικόνιση διαμόρφωσης MCP μέσω της προσφοράς και ζήτησης για τη χώρα της Γερμανίας.....	52
Σχήμα 2.7: Συσχέτιση μεταξύ μηνιαίας συνολικής κατανάλωσης και μέσης μηνιαίας τιμής για τη χώρα της Γερμανίας (DE).....	53
Σχήμα 2.8: Συσχέτιση μεταξύ μηνιαίας συνολικής υδροηλεκτρικής παραγωγής και μέσης μηνιαίας τιμής για τη χώρα της Γερμανίας (DE).....	53
Σχήμα 2.9: Συσχέτιση μεταξύ μηνιαίας συνολικής αιολικής παραγωγής και μέσης μηνιαίας τιμής για τη χώρα της Γερμανίας (DE).....	53
Σχήμα 2.10: Συσχέτιση μεταξύ μηνιαίας συνολικής πυρηνικής παραγωγής και μέσης μηνιαίας τιμής για τη χώρα της Γερμανίας (DE).....	54
Σχήμα 2.11: Συσχέτιση μεταξύ μηνιαίας συνολικής λιγνιτικής παραγωγής και μέσης μηνιαίας τιμής για τη χώρα της Γερμανίας (DE).....	54
Σχήμα 2.12: Συσχέτιση μεταξύ μηνιαίας συνολικής παραγωγής από άνθρακα και μέσης μηνιαίας τιμής για τη χώρα της Γερμανίας (DE).....	54
Σχήμα 2.13: Συσχέτιση μεταξύ μηνιαίας συνολικής παραγωγής από φυσικό αέριο και μέσης μηνιαίας τιμής για τη χώρα της Γερμανίας (DE).....	55
Σχήμα 2.14: Συσχέτιση μεταξύ μηνιαίου κόστους εκπομπών αερίου διοξειδίου του άνθρακα και μέσης μηνιαίας τιμής για τη χώρα της Γερμανίας (DE).....	55

## ΣΧΗΜΑΤΑ

Σχήμα 2.15: Συσχέτιση μεταξύ μηνιαίου κόστους άνθρακα και μέσης μηνιαίας τιμής για τη χώρα της Γερμανίας (DE) .....	55
Σχήμα 2.16: Συσχέτιση μεταξύ μηνιαίου κόστους αργού πετρελαίου και μηνιαίας τιμής για τη χώρα της Γερμανίας (DE) .....	56
Σχήμα 2.17: Συσχέτιση μεταξύ μηνιαίου υπολειπόμενου φορτίο και μηνιαίας τιμής για τη χώρα της Γερμανίας (DE) .....	56
Σχήμα 2.18: Συσχέτιση μεταξύ μηνιαίας τιμής φυσικού αερίου και μηνιαίας τιμής για τη χώρα της Γερμανίας (DE) .....	56
Σχήμα 2.19: Ποσοστό συμμετοχής επί της συνολικής παραγωγής στη Γαλλία (FR) για τα έτη 2016-2019, διάκριση με βάση το είδος του καυσίμου .....	58
Σχήμα 2.20: Ποσοστό συμμετοχής επί της συνολικής παραγωγής στη Γαλλία (FR) για τα έτη 2016-2019, διάκριση με βάση το είδος της τεχνολογίας.....	58
Σχήμα 2.21: Ποσοστό συμμετοχής επί της συνολικής παραγωγής στη Γαλλία (FR) για τα έτη 2016-2019 σε μηνιαία βάση, διάκριση με βάση το είδος του καυσίμου.....	59
Σχήμα 2.22: Εξέλιξη spot τιμών Γαλλίας (FR) για τα έτη 2016-2019 σε ημερήσιο επίπεδο.....	60
Σχήμα 2.23: Εξέλιξη spot τιμών Γαλλία (FR) για τα έτη 2016-2019 σε μηνιαίο επίπεδο .....	60
Σχήμα 2.24: Συσχέτιση μεταξύ μηνιαίας συνολικής κατανάλωσης και μέσης μηνιαίας τιμής για τη χώρα της Γαλλίας (FR).....	61
Σχήμα 2.25: Συσχέτιση μεταξύ μηνιαίας συνολικής υδροηλεκτρικής παραγωγής και μέσης μηνιαίας τιμής για τη χώρα της Γαλλίας (FR).....	62
Σχήμα 2.26: Συσχέτιση μεταξύ μηνιαίας συνολικής αιολικής παραγωγής και μέσης μηνιαίας τιμής για τη χώρα της Γαλλίας (FR).....	62
Σχήμα 2.27: Συσχέτιση μεταξύ μηνιαίας συνολικής πυρηνικής παραγωγής και μέσης μηνιαίας τιμής για τη χώρα της Γαλλίας (FR).....	62
Σχήμα 2.28: Συσχέτιση μεταξύ μηνιαίας συνολικής παραγωγής από άνθρακα και μέσης μηνιαίας τιμής για τη χώρα της Γαλλίας (FR).....	63
Σχήμα 2.29: Συσχέτιση μεταξύ μηνιαίας συνολικής παραγωγής από φυσικό αέριο και μέσης μηνιαίας τιμής για τη χώρα της Γαλλίας (FR) .....	63
Σχήμα 2.30: Συσχέτιση μεταξύ μηνιαίου κόστους εκπομπών αερίου διοξειδίου του άνθρακα και μέσης μηνιαίας τιμής για τη χώρα της Γαλλίας (FR) .....	63
Σχήμα 2.31: Συσχέτιση μεταξύ μηνιαίου κόστους άνθρακα και μέσης μηνιαίας τιμής για τη χώρα της Γαλλίας (FR) .....	64
Σχήμα 2.32: Συσχέτιση μεταξύ μηνιαίου κόστους αργού πετρελαίου και μηνιαίας τιμής για τη χώρα της Γαλλίας (FR) .....	64
Σχήμα 2.33: Συσχέτιση μεταξύ μηνιαίου υπολειπόμενου φορτίο και μηνιαίας τιμής για τη χώρα της Γαλλίας (FR) .....	64
Σχήμα 2.34: Συσχέτιση μεταξύ μηνιαίας τιμής φυσικού αερίου και μηνιαίας τιμής για τη χώρα της Γαλλίας (FR) .	64







## ΣΧΗΜΑΤΑ

Σχήμα 4.35: Absolute risk premium σε εβδομαδιαία και μηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης κατά τα έτη 2016-2019 για τη χώρα της Γερμανίας (DE) και της Γαλλίας (FR), διάκριση με βάση το μήνα της παράδοσης.....	138
Σχήμα 4.36: Relative risk premium σε εβδομαδιαία και μηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης κατά τα έτη 2016-2019 για τη χώρα της Γερμανίας (DE) και της Γαλλίας (FR), διάκριση με βάση το μήνα της παράδοσης.....	138
Σχήμα 5.1: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ αργού πετρελαίου και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γερμανίας το έτος 2018.....	147
Σχήμα 5.2: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ αργού πετρελαίου και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γερμανίας το έτος 2018.....	147
Σχήμα 5.3: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ αργού πετρελαίου και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γερμανίας το έτος 2019.....	148
Σχήμα 5.4: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ αργού πετρελαίου και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γερμανίας το έτος 2019.....	148
Σχήμα 5.5: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ αργού πετρελαίου και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας το έτος 2017.....	149
Σχήμα 5.6: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ αργού πετρελαίου και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας το έτος 2017.....	149
Σχήμα 5.7: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ αργού πετρελαίου και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας το έτος 2018.....	150
Σχήμα 5.8: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ αργού πετρελαίου και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας το έτος 2018.....	150
Σχήμα 5.9: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ αργού πετρελαίου και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας το έτος 2019.....	151
Σχήμα 5.10: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ αργού πετρελαίου και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας το έτος 2019.....	151
Σχήμα 5.11: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ αργού πετρελαίου και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γερμανίας σε χρόνο διαπραγμαύτωσης δύο χρόνια πριν την φυσική παράδοση.....	152
Σχήμα 5.12: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ αργού πετρελαίου και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γερμανίας σε χρόνο διαπραγμαύτωσης δύο χρόνια πριν την φυσική παράδοση.....	152
Σχήμα 5.13: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ αργού πετρελαίου και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γερμανίας σε χρόνο διαπραγμαύτωσης ένα χρόνο πριν την φυσική παράδοση.....	153
Σχήμα 5.14: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ αργού πετρελαίου και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γερμανίας σε χρόνο διαπραγμαύτωσης ένα χρόνο πριν την φυσική παράδοση.....	153















## ΣΧΗΜΑΤΑ

Σχήμα 5.118: Χρονολογική εξέλιξη ετήσιων τιμών ΣΜΕ εκπομπών διοξειδίου άνθρακα και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας για το έτος 2018.....	231
Σχήμα 5.119: Χρονολογική εξέλιξη ετήσιων τιμών ΣΜΕ εκπομπών διοξειδίου άνθρακα και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας για το έτος 2019 .....	232
Σχήμα 5.120: Χρονολογική εξέλιξη ετήσιων τιμών ΣΜΕ εκπομπών διοξειδίου άνθρακα και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας για το έτος 2019.....	233
Σχήμα 5.121: Μέσο premium σε Long Term ΣΜΕ σε συνάρτηση με το χρόνο πριν την πρώτη μέρα της παράδοσης .....	239

**ΕΙΚΟΝΕΣ**

Εικόνα 1.1: Σχηματική λειτουργία οργανωμένης αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας .....	33
Εικόνα 1.2: Διαμόρφωση τιμής ισορροπίας (MCP) μέσω προσφοράς και ζήτησης .....	34
Εικόνα 1.3: Χρονολογική ακολουθία οργανωμένης αγοράς .....	35
Εικόνα 1.4: Σχηματικό διάγραμμα μονοπωλιακής και ανταγωνιστικής αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας.....	35
Εικόνα 3.1: Κατηγορίες συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης ηλεκτρικής ενέργειας .....	72
Εικόνα 3.2: Διαδικασία συμφωνίας συμβολαίου μελλοντικής εκπλήρωσης.....	75
Εικόνα 3.3: Θέση αγοράς σε συμβόλαιο μελλοντικής εκπλήρωσης.....	76
Εικόνα 3.4: Θέση πώλησης σε συμβόλαιο μελλοντικής εκπλήρωσης.....	77



**ΠΙΝΑΚΕΣ**

Πίνακας 1.1: Ετήσια διακύμανση τιμών ηλεκτρικής ενέργειας Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR) κατά τα έτη 2016-2019 – σύγκριση με αντίστοιχες τιμές Μεγάλης Βρετανίας (GB) και τιμές αερίου (GAS).....	40
Πίνακας 1.2: Σχέση μεταξύ ετήσιας διακύμανσης baseload/peakload Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR) κατά τα έτη 2016-2019 .....	40
Πίνακας 1.3: Μηνιαίο historical volatility Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR) κατά τα έτη 2016-2019 – σύγκριση με volatility Μεγάλης Βρετανίας (GB) και volatility αερίου (GAS).....	42
Πίνακας 2.1: Πίνακας συσχετισμού τιμών ηλεκτρικής ενέργειας με διάφορους τύπους παραγωγής και τιμών καυσίμου για τα έτη 2016-2016 και για τις χώρες τις Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR).....	65
Πίνακας 4.1: Δεδομένα δείγματος των ετήσιων συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας (DE) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης. ....	92
Πίνακας 4.2: Absolute risk premium στα ετήσια συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας (DE) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης. ....	92
Πίνακας 4.3: Relative risk premium στα ετήσια συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας (DE) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης. ....	92
Πίνακας 4.4: Δεδομένα δείγματος των ετήσιων συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης Γαλλίας (FR) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης.....	94
Πίνακας 4.5: Absolute risk premium στα ετήσια συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γαλλίας (FR) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης.....	94
Πίνακας 4.6: Relative risk premium στα ετήσια συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γαλλίας (FR) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης.....	95
Πίνακας 4.7: Δεδομένα δείγματος των ετήσιων συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης.....	97
Πίνακας 4.8: Absolute risk premium στα ετήσια συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης.....	97
Πίνακας 4.9: Relative risk premium στα ετήσια συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR)για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης.....	97
Πίνακας 4.10: Δεδομένα δείγματος των τριμηνιαίων συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας (DE) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης. ....	102
Πίνακας 4.11: Absolute risk premium στα τριμηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας (DE) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης. ....	103
Πίνακας 4.12: Relative risk premium στα τριμηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας (DE) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης. ....	104
Πίνακας 4.13: Δεδομένα δείγματος των τριμηνιαίων συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης Γαλλίας (FR) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης. ....	106

## ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 4.14: Absolute risk premium στα τριμηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γαλλίας (FR) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης. ....	107
Πίνακας 4.15: Relative risk premium στα τριμηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γαλλίας (FR) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης. ....	108
Πίνακας 4.16: Δεδομένα δείγματος των τριμηνιαίων συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης. ....	110
Πίνακας 4.17: Absolute risk premium στα τριμηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης. ....	111
Πίνακας 4.18: Relative risk premium στα τριμηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης. ....	112
Πίνακας 4.19: Δεδομένα δείγματος των μηνιαίων συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας (DE) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης. ....	117
Πίνακας 4.20: Absolute risk premium στα μηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας (DE) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης. ....	118
Πίνακας 4.21: Relative risk premium στα μηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας (DE) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης. ....	119
Πίνακας 4.22: Δεδομένα δείγματος των μηνιαίων συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης Γαλλίας (FR) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης. ....	121
Πίνακας 4.23: Absolute risk premium στα μηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γαλλίας (FR) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης. ....	122
Πίνακας 4.24: Relative risk premium στα μηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γαλλίας (FR) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης. ....	123
Πίνακας 4.25: Δεδομένα δείγματος των μηνιαίων συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης. ....	125
Πίνακας 4.26: Absolute risk premium στα μηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης. ....	126
Πίνακας 4.27: Relative risk premium στα μηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης. ....	127
Πίνακας 4.28: Δεδομένα δείγματος των εβδομαδιαίων συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας (DE) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης. ....	131
Πίνακας 4.29: Absolute risk premium στα εβδομαδιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας (DE) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης. ....	132
Πίνακας 4.30: Relative risk premium στα τριμηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας (DE) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης. ....	132
Πίνακας 4.31: Δεδομένα δείγματος των τριμηνιαίων, μηνιαίων και εβδομαδιαίων συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς το τρίμηνο της παράδοσης. ....	134

## ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 4.32: Absolute risk premium στα εβδομαδιαία, μηνιαία και τριμηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς το τρίμηνο της παράδοσης.....	134
Πίνακας 4.33: Relative risk premium στα εβδομαδιαία, μηνιαία και τριμηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς το τρίμηνο της παράδοσης.....	135
Πίνακας 4.34: Δεδομένα δείγματος των εβδομαδιαίων και μηνιαίων συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς το μήνα της παράδοσης .....	136
Πίνακας 4.35: Absolute risk premium στα εβδομαδιαία και μηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς το μήνα της παράδοσης .....	136
Πίνακας 4.36: Relative risk premium στα εβδομαδιαία και μηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς το μήνα της παράδοσης .....	137
Πίνακας 5.1: Συσχετισμός μεταξύ ετήσιων ΣΜΕ αργού πετρελαίου και ετήσιων ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τις χώρες της Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR) για τα έτη 2017-2019 με χρόνο αναφοράς: το μήνα της παράδοσης και, το έτος φυσικής παράδοσης ή οικονομικής εκκαθάρισης.....	146
Πίνακας 5.2: Συσχετισμός μεταξύ ετήσιων ΣΜΕ άνθρακα και ετήσιων ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τις χώρες της Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR) για τα έτη 2017-2019 με χρόνο αναφοράς: το μήνα της παράδοσης και, το έτος φυσικής παράδοσης ή οικονομικής εκκαθάρισης .....	167
Πίνακας 5.3: Συσχετισμός μεταξύ ετήσιων ΣΜΕ φυσικού αερίου και ετήσιων ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τις χώρες της Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR) για τα έτη 2017-2019 με χρόνο αναφοράς: το μήνα της παράδοσης και, το έτος φυσικής παράδοσης ή οικονομικής εκκαθάρισης.....	190
Πίνακας 5.4: Συσχετισμός μεταξύ ετήσιων ΣΜΕ εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και ετήσιων ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τις χώρες της Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR) για τα έτη 2017-2019 με χρόνο αναφοράς: το μήνα της παράδοσης και, το έτος φυσικής παράδοσης ή οικονομικής εκκαθάρισης .....	213





## 1. Η ΑΓΟΡΑ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

### 1.1. Εισαγωγή

Η απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, τόσο στις χώρες της Κεντρικής Ευρώπης όσο και σε όλο τον κόσμο, έχει δημιουργήσει υψηλή διαφάνεια της δραστηριότητάς της, επιτρέποντας σε ένα ευρύτερο κοινό να παρακολουθεί τις τιμές και τις βασικές αρχές που την διέπουν. Αυτό, έχει στηρίξει την ανάπτυξη των χρηματοπιστωτικών αγορών ηλεκτρικής ενέργειας και έχει επίσης προσελκύσει την προσοχή τόσο των παραγωγών ενέργειας όσο και των χονδρεμπόρων αλλά και των κερδοσκόπων, των καταναλωτών ή των ρυθμιστικών αρχών. Ο ρόλος της οργανωμένης αγοράς σε μια αγορά ηλεκτρικής ενέργειας είναι η εξισορρόπηση της προσφοράς και ζήτησης, ταυτόχρονα όμως, μπορεί να παρέχει στους προμηθευτές ηλεκτρικής ενέργειας και στους καταναλωτές ένα μέσο αντιστάθμισης έναντι των ιδιαίτερα ευμετάβλητων τιμών που παρουσιάζουν. Οι τιμές της ενέργειας είναι οι πιο ευμετάβλητες σε οποιοδήποτε είδος εμπορεύματος σε όλο στον κόσμο και φυσικά οι πιο ασταθείς στο ενεργειακό συγκρότημα σε σχέση δηλαδή με το αργό πετρέλαιο, το φυσικό αέριο, τη βενζίνη ή το πετρέλαιο θέρμανσης. Ως εκ τούτου, τα παράγωγα στις αγορές ενέργειας διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στο χειρισμό και την διαχείριση των κινδύνων που σχετίζονται με τις πραγματικές τιμές της αγοράς. Επιπλέον, οι τιμές ενέργειας είναι εξαιρετικά απρόβλεπτες, γεγονός που καθιστά πολύ σημαντικό για τους συμμετέχοντες στην αγορά να προστατεύουν από την αστάθεια των τιμών τους. Επομένως, είναι σημαντικό να εξεταστούν τα παράγωγα στις αγορές ηλεκτρικής ενέργειας προκειμένου να παρασχεθούν δεδομένα και να κατανοηθεί η λειτουργία και οι επιδόσεις τους, καθώς και ο συσχετισμός τους με τις πραγματικές τιμές του ηλεκτρικού ρεύματος.

Απ' την άλλη, τα ειδικά χαρακτηριστικά της ηλεκτρικής ενέργειας ως ένα αγαθό που είναι οικονομικά αδύνατο να αποθηκευτεί σε μεγάλες ποσότητες, λειτουργούν αποτρεπτικά για τη χρήση συμβατικών μοντέλων τιμολόγησης παραγώγων. Οι Bessembinder και Lemmon (2002) πρότειναν ένα μοντέλο ισορροπίας για την πρόβλεψη της τιμής της ηλεκτρικής ενέργειας, έχοντας ως δεδομένο ότι οι spot τιμές αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας είναι απρόβλεπτες και η ενέργεια δεν μπορεί να αποθηκευτεί οικονομικά και ως εκ τούτου οι παραδοσιακές προσεγγίσεις κερδοσκοπίας χωρίς κίνδυνο (arbitrage) δεν ισχύουν.

Σήμερα, η ενέργεια παίζει κεντρικό ρολό στις σύγχρονες οικονομίες και την καθημερινή ζωή των ανθρώπων στις βιομηχανικές χώρες. Δεν αποτελεί επομένως έκπληξη το ότι τεράστιες ποσότητες πετρελαίου και άνθρακα, όπως και αλλά καύσιμα, που μπορούν να αποθηκευτούν και να μεταφερθούν εύκολα, αποτελούν κρίσιμο αντικείμενο του εμπορίου σε όλο τον κόσμο. Ένα πιο πρόσφατο φαινόμενο είναι η εμφάνιση των αγορών ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου, οι

οποίες αναπτύχθηκαν λόγω του πολύπλοκου και δαπανηρού δικτύου διανομής. Λόγω των μεγάλων αρχικών επενδύσεων στην υποδομή που είναι απαραίτητες για τη διανομή και λόγω των σημαντικών επιπτώσεων κλίμακας στην παραγωγή τους, για μεγάλο χρονικό διάστημα τα κρατικά μονοπώλια ήταν η πιο αποδοτική παροχή. Στην πραγματικότητα, η ηλεκτρική ενέργεια και το φυσικό αέριο θεωρήθηκαν ως χαρακτηριστικές περιπτώσεις φυσικών μονοπωλίων. Αυτή εξακολουθεί να είναι η κατάσταση σε πολλές χώρες, με όχι πλήρως απελευθερωμένες αγορές ενέργειας.

### 1.2. Απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας

Από την τελευταία δεκαετία του εικοστού αιώνα, ανταγωνιστικές αγορές ενέργειας έχουν δημιουργηθεί σε όλο τον κόσμο με την ελπίδα οικονομικού οφέλους από τη φθηνότερη παροχή αλλά και παραγωγή ενέργειας. Ο ανταγωνισμός συνήθως δημιουργείται με διαχωρισμό των ρολών της λειτουργίας του δικτύου, της παραγωγής και της εμπορίας. Με την απελευθέρωση της πρόσβασης στην υποδομή διανομής, τα εμπόδια εισόδου στην αγορά έχουν μειωθεί δραστικά και ευκαιρίες για την προμήθεια και εμπορία δημιουργήθηκαν για διάφορους συμμετέχοντες στην αγορά, όπως επενδυτές ή μεγάλους καταναλωτές ενέργειας.

Η παραδοσιακή δομή της βιομηχανίας του ηλεκτρισμού είναι μια καθιερωμένη παραγωγική διαδικασία, στην οποία διακρίνονται οι τέσσερις βασικοί κλάδοι (παραγωγή, μεταφορά, διανομή και προμήθεια ή κατανάλωση). Ακόμη και σήμερα, οι κλάδοι αυτοί σε κάποιες χώρες είναι κάτω από μία επιχείρηση η οποία συνήθως έχει κυρίαρχη θέση στην αγορά.

Σκοπός της απελευθέρωσης της ηλεκτρικής ενέργειας είναι ο διαχωρισμός των καθιερωμένων κλάδων σε ξεχωριστές επιχειρησιακές μονάδες έτσι ώστε να ενθαρρυνθεί η είσοδος νέων ανεξάρτητων επιχειρήσεων σε καθένα από τους κλάδους αυτούς χωριστά. Ωστόσο, ο κλάδος της μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, δεν έχει τα χαρακτηριστικά ανταγωνισμού αλλά φυσικού μονοπωλίου.

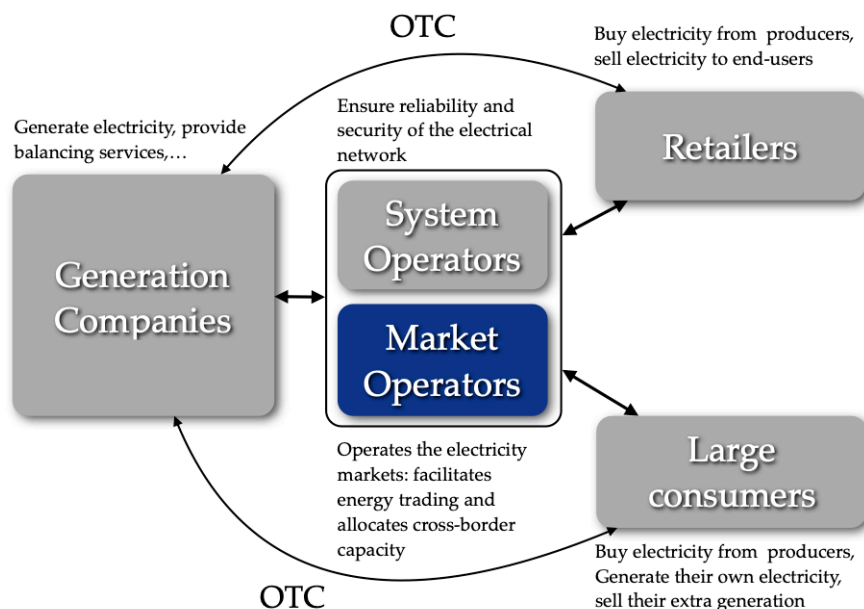
Από το 1990 ξεκίνησε σταδιακά ανά την Ευρώπη η απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας οδηγώντας στην κατάργηση του μονοπωλίου και στην δημιουργία του χρηματιστηρίου ηλεκτρικής ενέργειας. Συγκεκριμένα, η διαπραγμάτευση της ηλεκτρικής ενέργειας, γίνεται πλέον σε οργανωμένες αγορές, που αναπτύσσονται με ραγδαίο ρυθμό και δημιουργούν συνθήκες λειτουργίας σχετιζόμενων αγορών παραγώγων προϊόντων. Ανάλογα με το είδος των συναλλαγών που διενεργούνται, οι ανταγωνιστικές αυτές αγορές διακρίνονται σε πολλές κατηγορίες των οποίων οι σημαντικότερες είναι οι παρακάτω:

- Διμερείς συμφωνίες (bilateral contracts): Πρόκειται για συμβόλαια μεταξύ συνήθως παραγωγών και καταναλωτών με διάρκεια από μία μέρα έως την ωφέλιμη ζωή των

## Η ΑΓΟΡΑ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

εγκαταστάσεων ηλεκτροπαραγωγής, τα οποία δεν αποτελούν αντικείμενο διαπραγμάτευσης.

- Αγορές επόμενης ημέρας (day ahead markets): Πρόκειται για οργανωμένες αγορές, στις οποίες το αντικείμενο διαπραγμάτευσης είναι προσφορές και ενδεχόμενα προτάσεις των καταναλωτών για κάθε επόμενη μέρα. Από την διαπραγμάτευση αυτή προκύπτει μια ενιαία τιμή ανά MWh, καθώς και η ποσότητα στην οποία ισορροπούν η ωριαία ζήτηση με την ωριαία προσφορά.
- Αγορές σε πραγματικό χρόνο (real time balancing markets): Πρόκειται για αγορές που αποσκοπούν στην εξασφάλιση των απαιτούμενων επικουρικών υπηρεσιών, (π.χ. εφεδρεία) από το διαχειριστή του συστήματος ώστε να διατηρείται η ισορροπία του ηλεκτρικού συστήματος κάτω από συνθήκες ασφαλείας, αξιοπιστίας και ομαλού εφοδιασμού.
- Αγορές παραγώγων (futures markets): Η ηλεκτρική ενέργεια είναι αδύνατο να αποθηκευτεί με οικονομικό τρόπο. Το γεγονός αυτό καθιστά απαραίτητη την κάλυψη της ζήτησης από την παραγωγή. Δεδομένης της μεταβλητότητας της ζήτησης και επομένως της παραγωγής, οι τιμές της ηλεκτρικής ενέργειας είναι ευμετάβλητες. Για την διαχείριση του κινδύνου που συνεπάγονται οι απότομες τιμές των τιμών έχουν αναπτυχθεί παράγωγα προϊόντα, τα οποία αποτελούν αντικείμενο διαπραγμάτευσης είτε διμερώς, είτε μέσω οργανωμένων αγορών παραγώγων.



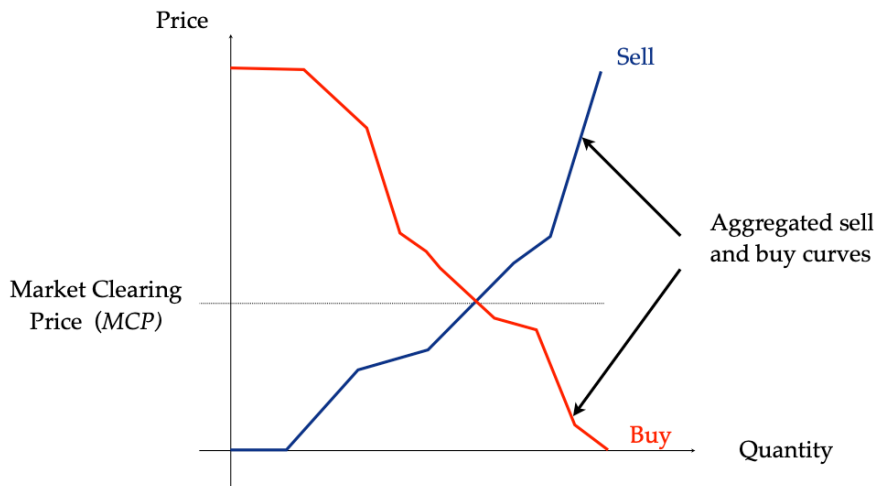
Εικόνα 1.1: Σχηματική λειτουργία οργανωμένης αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας

Η λειτουργία μιας οργανωμένης αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας φαίνεται στο παραπάνω σχήμα (Εικόνα 1.1). Η βασική αρχή μιας ανταγωνιστικής αγοράς είναι η ύπαρξη ενός λειτουργού αγοράς και ενός διαχειριστή αγοράς. Η εμπορεία και προμήθεια της ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να

## Η ΑΓΟΡΑ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

πραγματοποιηθεί εκτός χρηματιστηρίου<sup>1</sup> (OTC) αλλά και εντός χρηματιστηρίου. Έτσι, μεγάλοι καταναλωτές, προμηθευτές, και παραγωγοί εμπορεύονται ενέργεια από το χρηματιστήριο της αγοράς αλλά και μεταξύ τους μέσω διμερών συμφωνιών. Στο χρηματιστήριο της ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί επίσης να συμμετέχει και το διασυνοριακό εμπόριο.

Η λειτουργία του χρηματιστηρίου είναι ουσιαστικά μια spot αγορά μέσω της οποίας συναλλάσσεται ένα μέρος ή και όλο το σύνολο της ηλεκτρικής ενέργειας που θα παραχθεί, καταναλωθεί ή θα διακινηθεί. Όλη η αγορά εκκαθαρίζεται σε ενιαία τιμή, την «Market Clearing Price – MCP»<sup>2</sup> σε ωριαίο επίπεδο και η οποία προκύπτει από το σημείο τομής προσφοράς και ζήτησης. Οι συμμετέχοντες που έχουν υποβάλλει προσφορά προμήθειας ίση ή μεγαλύτερη της τιμής εκκαθάρισης προμηθεύονται όλες ή ένα μέρος<sup>3</sup> από τις ζητούμενες ποσότητες. Αντίστοιχα οι συμμετέχοντες που έχουν υποβάλλει προσφορά έγχυσης σε τιμή μικρότερη ή ίση από την MCP προσφέρουν όλη ή ένα μέρος<sup>4</sup> από την ποσότητα προσφοράς.



Εικόνα 1.2: Διαμόρφωση τιμής ισορροπίας (MCP) μέσω προσφοράς και ζήτησης

---

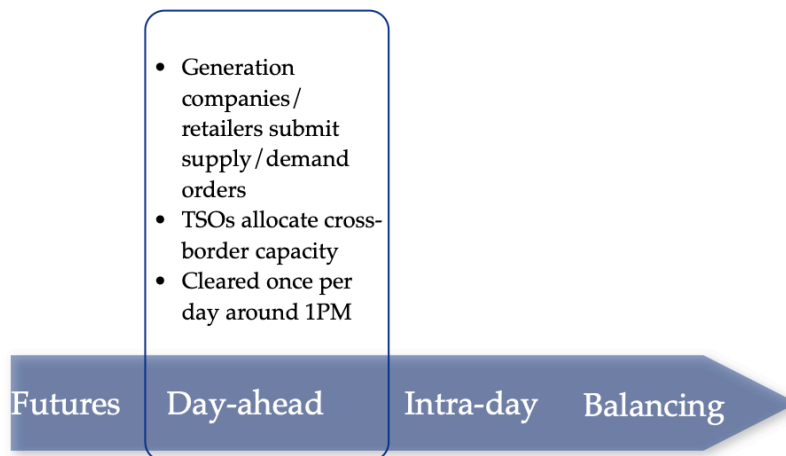
<sup>1</sup> Χαρακτηριστικό το οποίο προς το παρόν απουσιάζει από την ελληνική αγορά

<sup>2</sup> Οριακή τιμή συστήματος για την ελληνική αγορά - ΟΤΣ

<sup>3</sup> Στην περίπτωση που η τιμή είναι ίση με την MCP

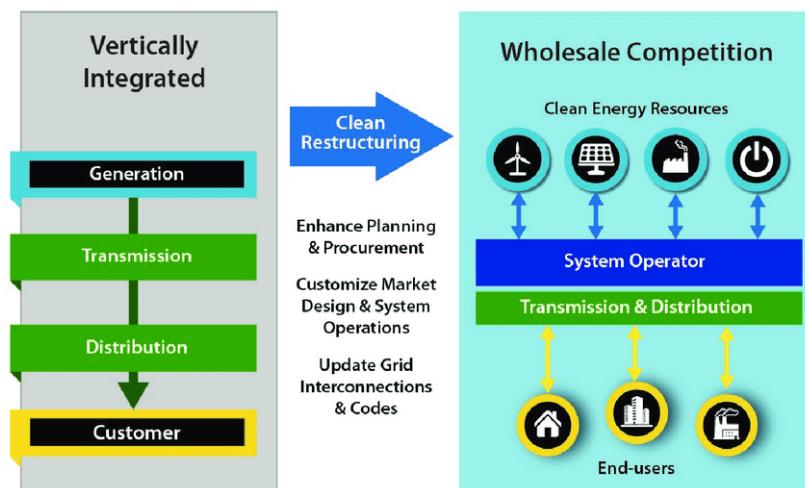
<sup>4</sup> Ομοίως με την περίπτωση 2

## Η ΑΓΟΡΑ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ



Εικόνα 1.3: Χρονολογική ακολουθία οργανωμένης αγοράς

Στην παραπάνω εικόνα (Εικόνα 1.2) περιγράφεται η λειτουργία και ο χρονικός ορίζοντας μιας ανταγωνιστικής αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας με βάση τις σύγχρονες εξελίξεις. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι οι παραπάνω αγορές συμπληρώνονται από το μηχανισμό εκκαθάρισης των συναλλαγών, ο οποίος μετρά τα ηλεκτρικά φορτία που έχουν παραχθεί και καταναλωθεί (συμπεριλαμβανομένων απωλειών) και συγκρίνουν τα παραπάνω μεγέθη με αυτά που οι συμμετέχοντες είχαν δηλώσει και συμβολαιοποιήσει στις αντίστοιχες αγορές. Οι αποκλίσεις υπολογίζονται για κάθε συμμετέχοντα, τιμολογούνται αναλόγως για κάθε περίοδο, συνήθως ανά ώρα, με την αντίστοιχη τιμή MCP του συστήματος και εκκαθαρίζονται μεταξύ των παραγωγών και των προμηθευτών.



Εικόνα 1.4: Σχηματικό διάγραμμα μονοπωλιακής και ανταγωνιστικής αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας

### 1.2.1. Χρηματιστήρια ηλεκτρικής ενέργειας

Σήμερα στην Ευρώπη, αρκετές αγορές ηλεκτρικής ενέργειας λειτουργούν σε χρηματιστηριακή δομή με υψηλό βαθμό αξιοπιστίας και ρευστότητας. Οι κυριότερες από αυτές είναι:

## Η ΑΓΟΡΑ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

- **NORDPOOL:** Το NORDPOOL είναι το ενεργειακό χρηματιστήριο των χωρών της Σκανδιναβίας (Νορβηγία, Σουηδία, Φινλανδία, Δανία) με έδρα τη Νορβηγία. Ξεκίνησε τη λειτουργία του στις αρχές της δεκαετίας του 1990 με τη διαπραγμάτευση της αγοράς της ηλεκτρικής ενέργειας και θεωρείται από τις πιο οργανωμένες χρηματιστηριακές αγορές ηλεκτρικής ενέργειας σε ολόκληρο τον κόσμο.
- **BETTA:** Το BETTA (British Electricity Trading and Transmission Arrangements) είναι το ενεργειακό χρηματιστήριο της Βρετανίας. Ξεκίνησε να λειτουργεί το 1990, ως Power Pool, ενώ το 2001 άλλαξε ονομασία σε NETA (New Electricity Trading Arrangements) μέχρι να πάρει την τελική ονομασία με την συμμετοχή της Σκωτίας σε BETTA. Από το 2001 και μετά το BETTA λειτουργεί με μεγάλη ρευστότητα και επιτυχία. Πλέον, έχει ενσωματωθεί στην αγορά του EPEX.
- **EEX:** Το EEX είναι το ενεργειακό χρηματιστήριο της Γερμανίας, της μεγαλύτερης σε όγκο αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας στην Ευρώπη. Λειτουργεί αρχικά από το 2000 στη Λειψία προσφέροντας τη δυνατότητα διαπραγμάτευσης ενεργειακών προϊόντων αλλά και παραγώγων. Από το 2002 λειτουργεί ως μεμονωμένο τμήμα της ένωσης των δύο ενεργειακών χρηματιστηρίων της Γερμανίας στη Φρανκφούρτη και την Λειψία. Σήμερα, κατέχει στην πλειοψηφία του την αγορά του EPEX, όπου και φυσικά συμμετέχει.
- **EPEX:** Μια από τις μεγαλύτερες αγορές ηλεκτρικής ενέργειας στην Ευρώπη είναι η ονομαζόμενη EPEX SPOT SE και εν' συντομία η αγορά EPEX. Η αγορά αυτή, λειτουργεί στη Γερμανία, τη Γαλλία, το Ηνωμένο Βασίλειο, το Βέλγιο, την Αυστρία, την Ελβετία και το Λουξεμβούργο παρέχοντας τον ενεργειακό προγραμματισμό των χώρων αυτών για την επόμενη ημέρα (day ahead) κατανομής<sup>1</sup> μέσα από δημοπρασίες, συνδυάζοντας τις καμπύλες προσφοράς και ζήτησης μία φορά την ημέρα, καθορίζοντας έτσι τις τιμές με ανώνυμο, αλλά ταυτόχρονα διαφανές και ασφαλές τρόπο. Μέλη του Χρηματιστηρίου εισάγουν τις προσφορές τους για ωριαίες ποσότητες ενέργειας έως τις 11 π.μ. (CET) για την Ελβετία και έως τις 12 μ.μ. CET για όλες τις άλλες αγορές. Τα αποτελέσματα δημοσιεύονται από τις 11.10 π.μ. (Ελβετία) και τις 12.55 μ.μ. (όλες οι υπόλοιπες χώρες). Ο δείκτης τιμών για την αγορά Γερμανίας / Αυστρίας / Λουξεμβούργου ονομάζεται Δείκτης Φυσικής Ηλεκτρικής Ενέργειας ή PHELIX και αποτελεί αναφορά για τις χονδρικές τιμές ενέργειας στην Ευρώπη λόγω της μεγάλης ρευστότητάς της. Αποτελεί μέρος του EEX.

---

<sup>1</sup> Λειτουργούν επίσης ενδοημερήσιες δημοπρασίες - Intraday

- Powernext: Το Powernext είναι το ενεργειακό χρηματιστήριο της Γαλλίας που λειτουργεί από το 2001 προσφέροντας τη δυνατότητα διαπραγμάτευσης ενεργειακών προϊόντων, και αυτό έχει πλέον ενσωματωθεί στην αγορά του EPEX.
- Gestore Mercato Elettrico (GME): Το GME είναι το ενεργειακό χρηματιστήριο της Ιταλίας που λειτουργεί από το 2004.
- BELPEX: Το BELPEX ήταν το ενεργειακό χρηματιστήριο του Βελγίου. (Πλέον λειτουργεί στο EPEX).
- APXNL: Το APXNL είναι το ενεργειακό χρηματιστήριο της Ολλανδίας.
- OMEL: Το OMEL είναι το ενεργειακό χρηματιστήριο της Ισπανίας.

Η χώρα με τη μεγαλύτερη ρευστότητα στα παράγωγα του EPEX είναι η Γερμανία και μετά η Γαλλία με τη Μεγάλη Βρετανία.

### 1.3. Διακύμανση τιμών ηλεκτρικής ενέργειας (Volatility)

Όπως αναφέρθηκε, οι τιμές της ηλεκτρικής ενέργειας παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη μεταβλητότητα στο ενεργειακό συγκρότημα. Σύμφωνα με σχετικές αναφορές<sup>1</sup>, η μεταβλητότητα αυτή οφείλεται στο γεγονός ότι είναι αδύνατο να αποθηκευτεί (αλλά πρέπει να καταναλωθεί αμέσως), αλλά και, αποτέλεσμα των απότομων διακυμάνσεων της ζήτησης (ιδιαίτερα όταν συμβαίνουν μαζί με μη αναμενόμενες διακοπές: παραγωγής - outages ή μεταφορικής ισχύος - curtailments). Ένας απλός τρόπος να μετρήσουμε τη διακύμανση των τιμών ηλεκτρικής ενέργειας είναι χρησιμοποιώντας τη λογαριθμική διαφορά δύο ημερήσιων διαδοχικών μέσων τιμών και μετά να υπολογίσουμε την διακύμανση (Standard Deviation) μιας καθορισμένης περιόδου και το αποτέλεσμα να το πολλαπλασιάσουμε με την τετραγωνική ρίζα των ημερών που η τιμή διαπραγματεύεται στην spot αγορά (όλες τις μέρες του χρόνου).

#### 1.3.1. Μεθοδολογία υπολογισμού

Υπάρχουν δύο τρόποι μέτρησης της μεταβλητότητας των αγορών ηλεκτρικής ενέργειας. Η πρώτη επιλογή είναι να προσπαθήσουμε να μετρήσουμε την αποκαλούμενη «Implied Volatility», κάνοντας εκτίμηση για τη μελλοντική μεταβλητότητα, αναλύοντας τις προθεσμιακές συμβάσεις δικαιωμάτων προαίρεσης (options - futures). Σε αντίθεση με αυτή την προσέγγιση, ο αναδρομικός

---

<sup>1</sup> WERO 2007. “Electricity to be delivered at a specific hour cannot be substituted for electricity available shortly after or before. As currently there is no efficient technology for storing vast amounts of power, it has to be consumed at the same time as it is produced. Hence, extreme load fluctuations – caused by severe weather conditions often in combination with generation outages or transmission failures – can lead to price spikes”

(στατιστικός) δείκτης μεταβλητότητας (retrospective or statistical volatility) καταγράφει το εύρος των διακυμάνσεων των τιμών για μια δεδομένη χρονική περίοδο στο παρελθόν «Historical Volatility».

Ένας κοινός τρόπος για τον υπολογισμό ενός τέτοιου δείκτη μεταβλητότητας από τις ημερήσιες μέσες τιμές των spot αγορών ηλεκτρικής ενέργειας είναι να ληφθούν οι λογαριθμικές διαφορές των ημερήσιων μέσων τιμών δύο διαδοχικών ημερών διαπραγμάτευσης και στη συνέχεια να υπολογιστεί η σχετική τυπική απόκλιση για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα (π.χ. ημέρες) από αυτά τα στοιχεία. Η τιμή που λαμβάνεται συνήθως πολλαπλασιάζεται με την τετραγωνική ρίζα του αριθμού των ημερών διαπραγμάτευσης σε ένα έτος (ετήσια αύξηση). Είναι μια κοινή πρακτική οι τιμές μεταβλητότητας να εκφράζονται σε ποσοστά, εξ' ου και ο λόγος για τον οποίο η ετήσια αξία πολλαπλασιάζεται επί 100.

Έστω ότι το  $X_i$  υποδηλώνει τη λογαριθμική διαφορά των ημερήσιων μέσων τιμών των δύο διαδοχικών ημερών διαπραγμάτευσης, το  $k$  υποδηλώνει τον αριθμό των ημερών διαπραγμάτευσης που παρατηρήθηκαν και το  $X_k$  δηλώνει τους μέσους όρους των  $X_{i-s}$  σε μια περίοδο συναλλαγών  $k$  τότε:

$$X_i = \log_{10} P_{DayT} - \log_{10} P_{DayT-1}$$

$$\bar{X}_k = \frac{\sum_{i=1}^k X_i}{k}$$

Και τελικά υπολογίζουμε την ετήσια μεταβλητότητα «annualized volatility» με τον ακόλουθο τρόπο (με  $N$  τον αριθμό των ημερών διαπραγμάτευσης του έτους):

$$VOL_{(T-k+1,T)} = 100\sqrt{N} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k (X_i - \bar{X})^2}{k}}$$

Έτσι, αν θέλουμε να υπολογίσουμε το μηνιαίο volatility βασιζόμενοι στις ημερήσιες μέσες τιμές των spot αγορών το  $K$  θα πρέπει να είναι 30. Ενώ όμοια για τον ετήσιο δείκτη θα πρέπει να είναι 365.

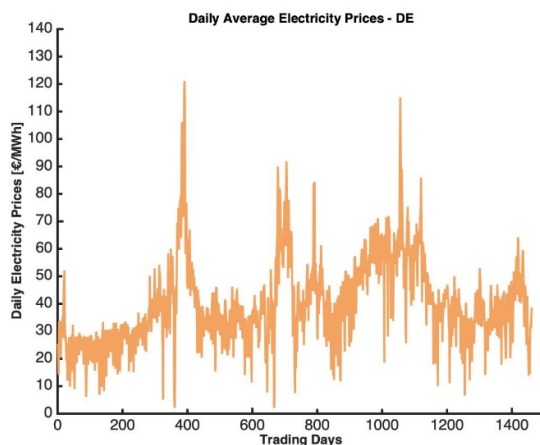
### 1.3.2. Μέγεθος δείγματος

Για τα αποτελέσματα που θα ακολουθήσουν έχουν χρησιμοποιηθεί οι ωριαίες τιμές ενέργειας για όλες της μέρες του χρόνου στην Γερμανία και την Γαλλία κατά τα έτη 2016-2019 από την επίσημη διαδικτυακή σελίδα του χρηματιστηρίου. Παρόλο που, στην έως τώρα βιβλιογραφία από τις spot τιμές έχουν αφαιρεθεί οι τιμές αργιών λόγω μικρής ρευστότητας, στην παρούσα ανάλυση δεν έχει

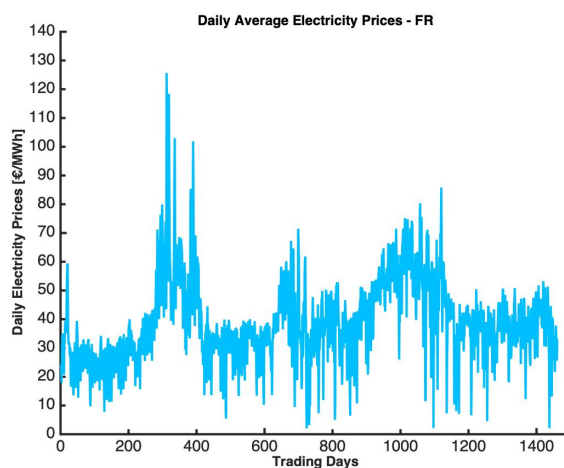


## Η ΑΓΟΡΑ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

γίνει κάτι τέτοιο<sup>1</sup>. Ως μέθοδος υπολογισμού έχει χρησιμοποιηθεί η παραπάνω<sup>2</sup> ενώ ως μέτρο σύγκρισης έχει ληφθεί το αντίστοιχο volatility από αγορές αερίου αλλά και από την spot αγορά ηλεκτρικής ενέργειας της μεγάλης Βρετανίας<sup>3</sup>.



Σχήμα 1.1: Διάγραμμα μέσων ημερήσιων τιμών Γερμανίας (DE) για τα έτη 2016-2019



Σχήμα 1.2: Διάγραμμα μέσων ημερήσιων τιμών Γαλλίας (FR) για τα έτη 2016-2019

---

<sup>1</sup> Τούτο διότι, η ρευστότητα των ημερών αυτών έχει αυξηθεί δραματικά τα τελευταία χρόνια, ταυτόχρονα δεν παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά στα αποτελέσματα. Τονίζεται ωστόσο ότι για τον υπολογισμό peakload τιμών δεν λαμβάνονται υπ' όψη.

<sup>2</sup> Με την μοναδική παραδοχή τις ημέρες με αρνητικές τιμές ενέργειας καθότι η λογαριθμική συνάρτηση δεν ορίζεται.

<sup>3</sup> Data: <https://www.ofgem.gov.uk/data-portal/price-volatility-gas-and-electricity-month-day-ahead-contracts-gb> - τελευταία ενεργή προσπάθεια την 21/01/2020

### 1.3.3. Ετήσια μεταβλητότητα τιμών Γαλλίας και Γερμανίας (Annualized historical volatility)

Η ετήσια μεταβλητότητα που παρατηρήθηκε στις χώρες της Γαλλίας και της Γερμανίας κυμαίνεται στα επίπεδα 200%-350% για την baseload τιμή ενώ στα επίπεδα των 280% - 500% για την peakload<sup>1</sup> (Πίνακας 1.1). Οι τιμές αυτές είναι ιδιαίτερα υψηλές για οποιοδήποτε προϊόν και φυσικά υψηλότερες από οποιαδήποτε άλλο ενεργειακό προϊόν. Φαίνεται επίσης να υπάρχει μια σταθερή σχέση μεταξύ διακύμανσης baseload και peakload η οποία κυμαίνεται στο 74%-80% (Πίνακας 1.2). Παρόλο που υπάρχει ολοένα και αυξανόμενη ρευστότητα στα χρηματιστήρια των χωρών αυτών, η διακύμανση δεν φαίνεται να παρουσιάζει την ίδια πτωτική πορεία, τουλάχιστον στην χώρα της Γαλλίας.

Πίνακας 1.1: Ετήσια διακύμανση τιμών ηλεκτρικής ενέργειας Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR) κατά τα έτη 2016-2019 – σύγκριση με αντίστοιχες τιμές Μεγάλης Βρετανίας (GB) και τιμές αερίου (GAS)<sup>2</sup>

Year	DE		FR		GB		GAS
	Baseload	Peakload	Baseload	Peakload	Baseload	Peakload	
2016	278%	368%	219%	297%	155%	280%	90%
2017	245%	308%	308%	385%	122%	192%	82%
2018	216%	279%	290%	345%	144%	185%	122%
2019	219%	288%	353%	454%	133%	174%	97%

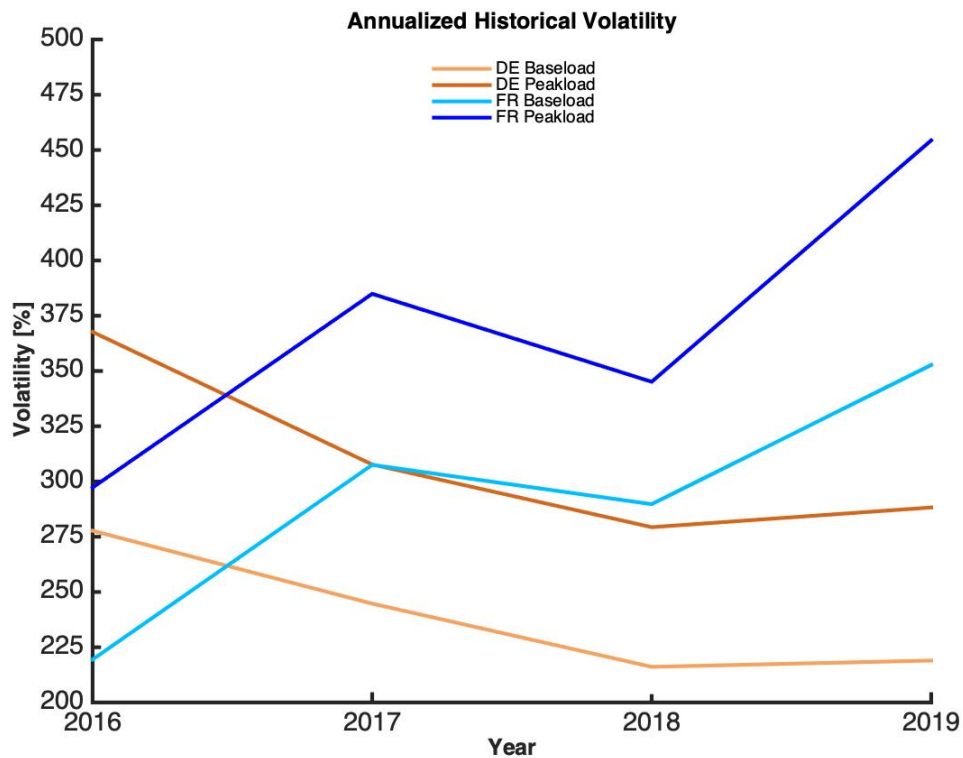
Πίνακας 1.2: Σχέση μεταξύ ετήσιας διακύμανσης baseload/peakload Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR) κατά τα έτη 2016-2019

Year	DE	FR
2016	76%	74%
2017	80%	80%
2018	77%	84%
2019	76%	78%

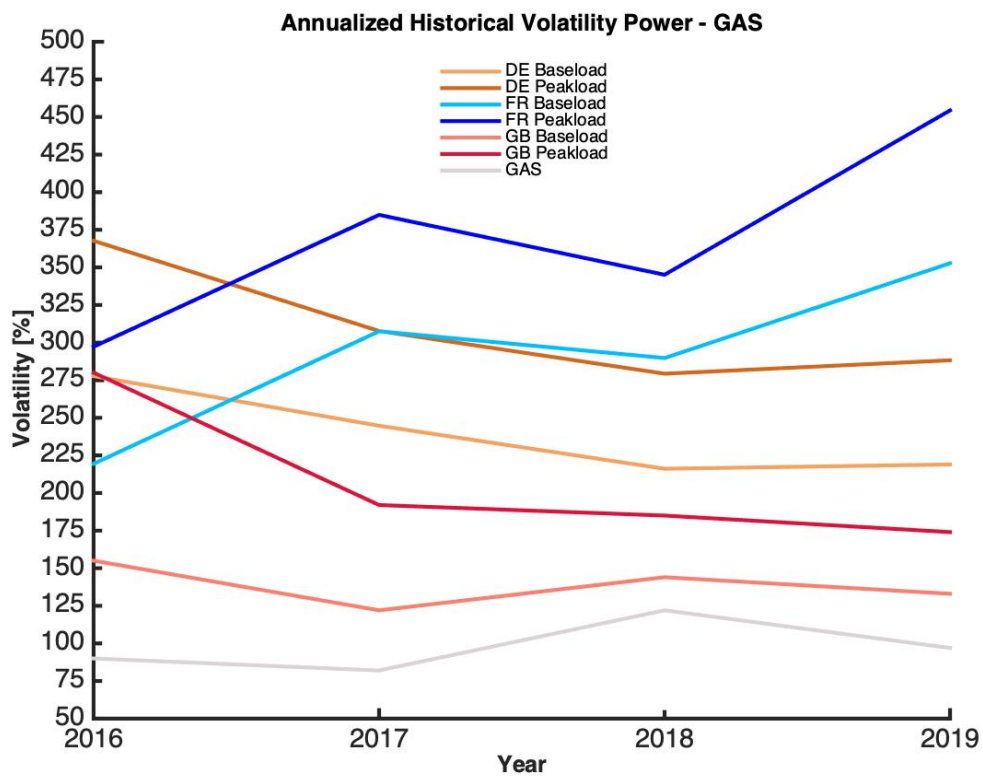
<sup>1</sup> Ως Peak στην ενέργεια θεωρούνται οι δώδεκα ώρες 9:00 – 21:00 (ώρες κεντρικής Ευρώπης)

<sup>2</sup> Πηγή δεδομένων αποτελεί το EEX

## Η ΑΓΟΡΑ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ



Σχήμα 1.3: Ετήσιο historical volatility Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR) κατά τα έτη 2016-2019



Σχήμα 1.4: Ετήσιο historical volatility Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR) κατά τα έτη 2016-2019 – σύγκριση με volatility Μεγάλης Βρετανίας (GB) και volatility αερίου (GAS)

**1.4. Μηνιαία μεταβλητότητα τιμών – (Monthly historical volatility)**

Αν  $\sigma_{\text{annually}}$  το ετήσιο volatility και  $\sigma_{\text{monthly}}$  το αντίστοιχο μηνιαίο:

$$\sigma_{\text{annually}} = \sigma_{\text{monthly}} \sqrt{N}$$

όπου N ο αριθμός των ετήσιων μέσων τιμών της spot αγοράς. Χρησιμοποιώντας τις εξισώσεις της προηγούμενης παραγράφου λαμβάνουμε την μηνιαία διακύμανση των τιμών.

Πίνακας 1.3: Μηνιαίο historical volatility Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR) κατά τα έτη 2016-2019 – σύγκριση με volatility Μεγάλης Βρετανίας (GB) και volatility αερίου (GAS).

Date	DE		FR		GB		GAS
	Baseload	Peakload	Baseload	Peakload	Baseload	Peakload	
Ιαν-16	178%	180%	106%	124%	29%	115%	39%
Φεβ-16	220%	205%	147%	164%	30%	149%	39%
Μάρ-16	212%	363%	143%	186%	33%	170%	25%
Απρ-16	133%	179%	124%	172%	28%	121%	27%
Μάι-16	330%	542%	241%	343%	24%	117%	58%
Ιούν-16	143%	200%	140%	195%	21%	96%	39%
Ιούλ-16	183%	249%	126%	175%	24%	104%	32%
Αύγ-16	156%	240%	122%	183%	26%	126%	43%
Σεπ-16	123%	167%	102%	143%	151%	495%	131%
Οκτ-16	93%	128%	115%	156%	182%	663%	87%
Νοέ-16	336%	440%	161%	218%	141%	638%	43%
Δεκ-16	367%	359%	89%	111%	85%	425%	41%
Ιαν-17	95%	128%	231%	268%	30%	167%	54%
Φεβ-17	75%	106%	184%	200%	18%	89%	52%
Μάρ-17	139%	195%	238%	302%	17%	79%	30%
Απρ-17	116%	189%	281%	444%	17%	69%	25%
Μάι-17	132%	182%	275%	362%	23%	126%	35%
Ιούν-17	130%	183%	204%	294%	42%	189%	79%
Ιούλ-17	136%	199%	169%	336%	82%	371%	77%
Αύγ-17	178%	249%	245%	368%	32%	130%	42%
Σεπ-17	79%	116%	167%	228%	22%	100%	30%
Οκτ-17	443%	495%	104%	148%	26%	94%	64%
Νοέ-17	101%	134%	346%	370%	19%	94%	28%
Δεκ-17	141%	157%	555%	590%	21%	82%	52%

## Η ΑΓΟΡΑ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

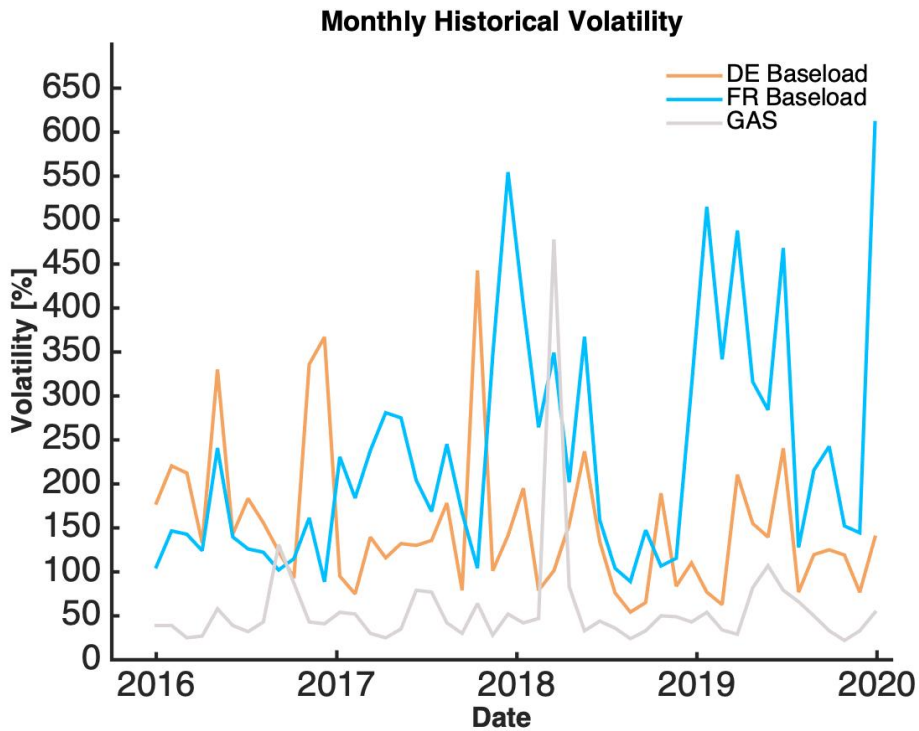
Ιαν-18	195%	240%	404%	405%	21%	81%	42%
Φεβ-18	79%	102%	264%	292%	16%	76%	47%
Μάρ-18	101%	130%	349%	377%	67%	248%	478%
Απρ-18	154%	218%	202%	272%	29%	128%	83%
Μάι-18	237%	315%	367%	511%	18%	95%	33%
Ιούν-18	134%	192%	159%	240%	17%	66%	44%
Ιούλ-18	76%	113%	104%	160%	17%	71%	36%
Αύγ-18	54%	88%	89%	125%	10%	54%	24%
Σεπ-18	65%	86%	147%	190%	13%	63%	33%
Οκτ-18	189%	213%	107%	153%	18%	58%	50%
Νοέ-18	84%	114%	116%	147%	19%	81%	49%
Δεκ-18	110%	114%	311%	273%	29%	134%	43%
Ιαν-19	77%	91%	515%	662%	23%	104%	54%
Φεβ-19	63%	72%	342%	292%	27%	115%	34%
Μάρ-19	211%	249%	488%	578%	13%	54%	29%
Απρ-19	155%	211%	316%	447%	23%	84%	82%
Μάι-19	140%	221%	284%	470%	26%	100%	107%
Ιούν-19	240%	323%	468%	824%	22%	115%	79%
Ιούλ-19	77%	106%	128%	172%	19%	33%	66%
Αύγ-19	120%	163%	216%	352%	23%	72%	50%
Σεπ-19	125%	174%	243%	327%	18%	70%	33%
Οκτ-19	119%	144%	152%	195%	25%	60%	22%
Νοέ-19	77%	91%	144%	145%	16%	55%	33%
Δεκ-19	139%	167%	611%	556%	33%	77%	54%

Οι τιμές της ηλεκτρικής ενέργειας παρουσιάζουν εξαιρετικά υψηλό volatility. Η μικρότερη τιμή που παρατηρήθηκε είναι τον Αύγουστο του 2018 στην Γερμανία (54%), ακόμη όμως και η τιμή αυτή είναι αρκετά υψηλότερη σε σύγκριση με άλλα προϊόντα<sup>1</sup>. Η μεγάλη αυτή διακύμανση παρουσιάζει την πρόβλεψη των τιμών τους πολύ δύσκολη, ενώ οδηγεί σε μεγάλη έκθεση κινδύνου

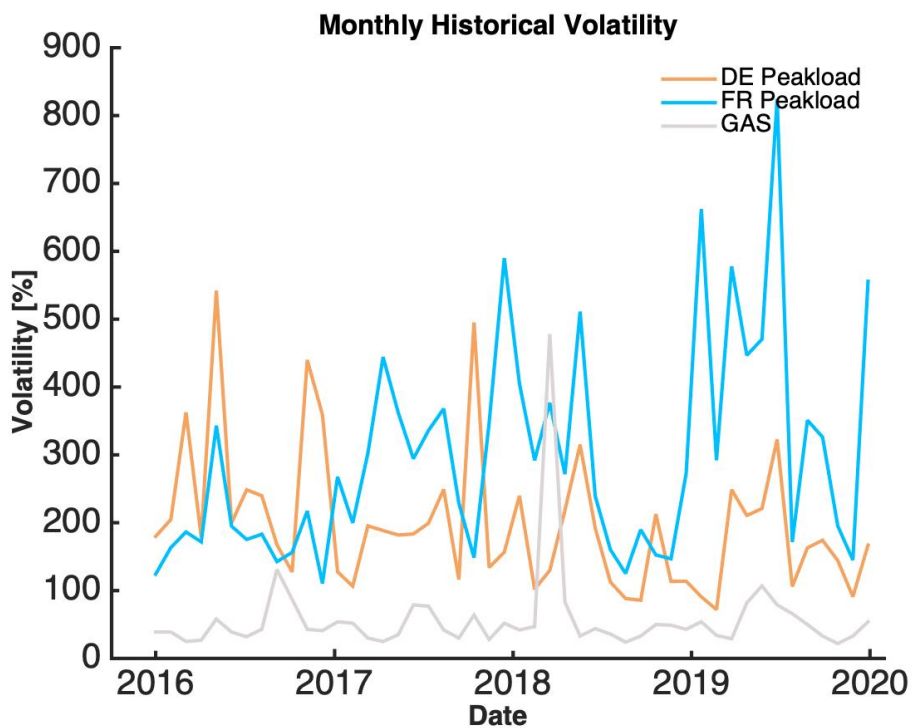
---

<sup>1</sup> Για παράδειγμα, οι ANDERSEN, Bollerslev, Diebold (2007) παρουσίασαν το μέσο ημερήσιο volatility 17,7% για το S&P500 και 12,8% για το DM\$ Exchang rate.

στην αγορά της ενέργειας τόσο για τους παραγωγούς όσο και για τους εμπόρους. Για τους λόγους αυτούς υπάρχει ολοένα και αυξανόμενη ανάγκη στα παράγωγα της ηλεκτρικής ενέργειας.



Σχήμα 1.5: Μηνιαίο baseload volatility Γερμανίας , Γαλλίας και αερίου κατά τα έτη 2016-2019



Σχήμα 1.6: Μηνιαίο peakload volatility Γερμανίας , Γαλλίας και αερίου κατά τα έτη 2016-2019

## 1.5. Βιβλιογραφία 1<sup>ο</sup> κεφαλαίου

### 1.5.1. Ελληνική

- ❖ Δούμπος. Μαθηματικός Χρηματοοικονομικός Λογισμός. Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά, 2005.
- ❖ Γ. Καραθανάσης. Χρηματοοικονομική Διοίκηση και Χρηματιστηριακές Αγορές. Εκδόσεις Μπένου, Αθήνα, 2002.
- ❖ Κώδικας Διαχείρισης του Συστήματος και Συναλλαγών Ηλεκτρικής Ενέργειας”, ΦΕΚ Β΄ 655/17-05-2005.
- ❖ Κώδικας Συναλλαγών Ηλεκτρικής Ενέργειας, Σχέδιο Β/2,0 – 30, 04, 2013.
- ❖ Κώδικας Συναλλαγών Ηλεκτρικής Ενέργειας, Έκδοση 2,2 – 8, 3, 2013.
- ❖ Ε. Λεκατσάς, «Οικονομική Ανάλυση Ηλεκτρικών Συστημάτων – Προβλήματα Προσαρμογής Εν Όψει της Απελευθέρωσης της Αγοράς Ηλεκτρισμού», Έκδοση ΤΕΕ, Αθήνα 2000.
- ❖ Οδηγία 96/92/ΕΚ, Επίσημη Εφημερίδα ΑΡΙΘ. L 027 της 30/01/1997 σ. 0020 – 0029. Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας, «Έκθεση Πεπραγμένων Ιούλιος 2000 – Δεκέμβριος 2002» και “Έκθεση Πεπραγμένων Ιανουάριος 2003 – Μάρτιος 2004”.

### 1.5.2. Ξένα

- ❖ Sherzod N. Tashpulatov “Estimating the Volatility of Electricity: The case of the England and Wales Wholesale Electricity Market”, Working Paper Series, May 2011
- ❖ Nectaria V. Karakatsani and Derek W. Bunn, “Modeling the Volatility of Spot Electricity Prices”, March 2004
- ❖ Carl J. Ullrich “Realized Volatility and Price Spikes in Electricity Markets: The Importance of Observation Frequency”, June 2009
- ❖ Ingve Simonsen “Volatility of Power Markets”, NTNU Department of Physics, Norway April 2005
- ❖ F. Black και M. Scholes “The Pricing of Options and Corporate Liabilities”, Journal of Political Economy, May 1973
- ❖ Cox J.C, Rubinstein M., Options Markets, Prentice-Hall, 1985
- ❖ L.A. Barroso, T.H. Cavalcanti, P. Giesbertz, K. Purchala, “Classification of Electricity Market Models Worldwide”, On behalf of CIGRE Task Force C5.2.1, IEEE, 2005.
- ❖ John. C. Hull, Fundamentals of Futures & Options Markets, Pearson Education
- ❖ P. Beaumont. Financial Engineering Principles. John Wiley & Sons, New Jersey, 2004.
- ❖ L. S. Belyaev, Electricity Market Reforms Economics and Policy Challenges, Springer Science+Business Media, LLC, 2011.
- ❖ S. Benninga. Financial Modeling. MIT Press Ltd, 2000.
- ❖ M. Bertocchi, G. Consigli, M. A.H. Dempster, Springer Science+Business Media, LLC, 2011.

## Η ΑΓΟΡΑ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

- ❖ J. Bessis. Risk Management in Banking (2 2002.edition), John Wiley and Sons, Chichester,
- ❖ K. JOHN, A. KOTICHA, R. NARAYANA, M. SUBRAHMANYAM, Margin Rules, Informed Trading in Derivatives, and Price Dynamics, Current Draft: March 2000
- ❖ Pr. D. Ernst,, How the European day-ahead electricity market works, Marché de l'énergie, March 2017



## 2. Η ΑΓΟΡΑ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗ ΓΕΡΜΑΝΙΑ ΚΑΙ ΤΗ ΓΑΛΛΙΑ

### 2.1. Η αγορά ηλεκτρικής ενέργειας στην Γερμανία

Η γερμανική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας είναι ή μεγαλύτερη αγορά σε ολόκληρη την Ευρώπη σε όρους κατανάλωσης και παραγωγής, με την απελευθέρωση της να λαμβάνει χώρα είδη από το 1999, και κατά συνέπεια οι καταναλωτές να έχουν την ελευθερία να επιλέγουν τον ανεξάρτητο πάροχο προμήθειας. Παρόλα αυτά, η απελευθέρωση στην παραγωγή δε δείχνει να έχει τα ίδια ευνοϊκά αποτελέσματα, καθώς μέχρι και το 2015 οι συνολικοί παραγωγοί ήταν τέσσερις στο σύνολο<sup>1</sup>. Οι παραγωγοί αυτοί αντιπροσωπεύουν το 90% της συνολικής παραγωγής της χώρας και όπως είναι λογικό σε επίπεδα ανταγωνιστικής αγοράς δεν είναι στο επιθυμητό επίπεδο και έτσι οι καταναλωτές δεν είναι αποδέκτες της μέγιστης κοινωνικής ωφέλειας, ακόμη όμως και με αυτόν τον τρόπο, η απελευθέρωση της αγοράς είναι σε πολύ ικανοποιητικό επίπεδο σε σχέση με άλλες αγορές.

Όσο αναφορά την οργανωμένη αγορά, το EEX το οποίο δημιουργήθηκε το 2007, και παρόλο που οι περισσότερες συμφωνίες ήταν εξωχρηματιστηριακές ιδίως τα πρώτα χρόνια, η ρευστότητα του είναι σε ολόένα και αυξανόμενο επίπεδο μετρώντας 603TWh στην αγορά παραγώγων και στην spot αγορά μέχρι το 2005 και διπλάσια ρευστότητα το 2012 (1270 TWh). Σήμερα, η ρευστότητα είναι τετραπλάσια από το 2012 δείχνοντας την ολοένα και μεγαλύτερη ανάπτυξη του.

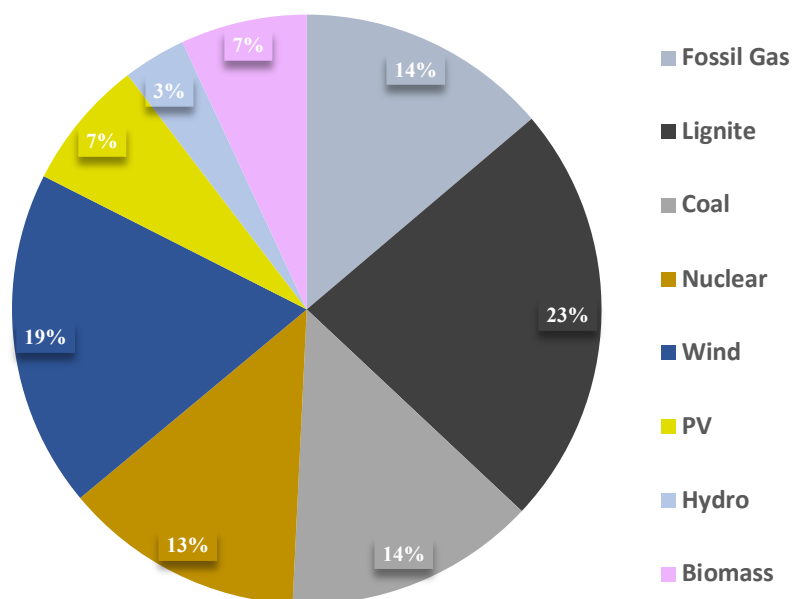
#### 2.1.1. Κατανάλωση - Παραγωγή (Consumption - Production)

Η κατανάλωση της χώρας, συμπεριλαμβανομένου της καθαρής της θέσης σε εισαγωγές ή εξαγωγές για το έτος 2016 ανήλθε στις 570 TWh, 585 TWh για το 2017, 590 TWh για το 2018 και 600 TWh για το 2019. Η κατανάλωση αυτή, καλύπτεται από τους παραγωγούς κατά 23% από λιγνιτικές μονάδες, 19% από αιολική ενέργεια, 28% από μονάδες άνθρακα και φυσικού αερίου ισόποσα, κατά 13% από πυρηνική παραγωγή, 7% από ηλιακή ενέργεια, 7% από τη βιομάζα και τέλος 3% από την υδροηλεκτρική ενέργεια. Ταξινομώντας τα ποσοστά αυτά ανά τεχνολογία παραγωγής, η παραγωγή βλέπουμε ότι βασίζεται κατά 37% από μονάδες άνθρακα/λιγνίτη, 36% από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, 14% από μονάδες φυσικού αερίου και τέλος, κατά 13% από μονάδες πυρηνικής παραγωγής.

---

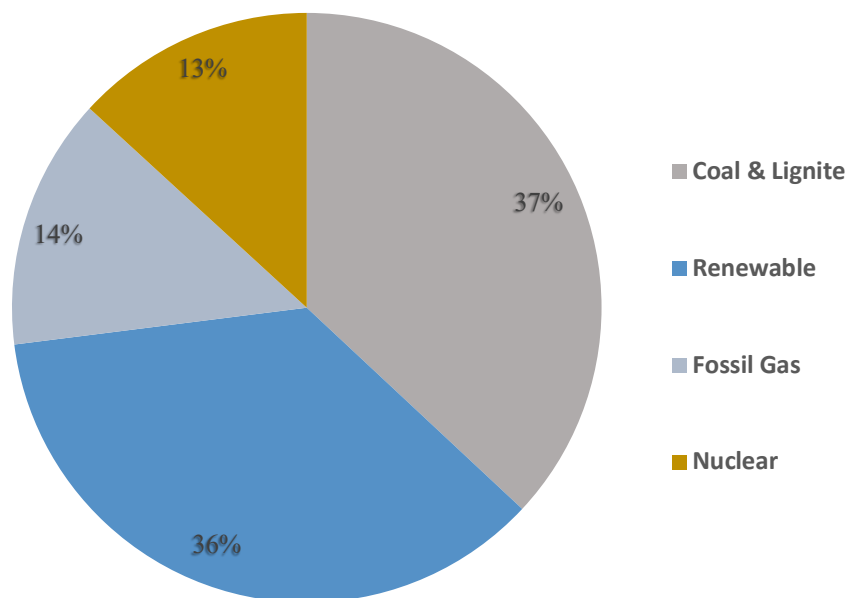
<sup>1</sup> RWE, E.On, Vattenfall Europe, EnBW

DE Percent Production Baseload per Unit [2016-2019]

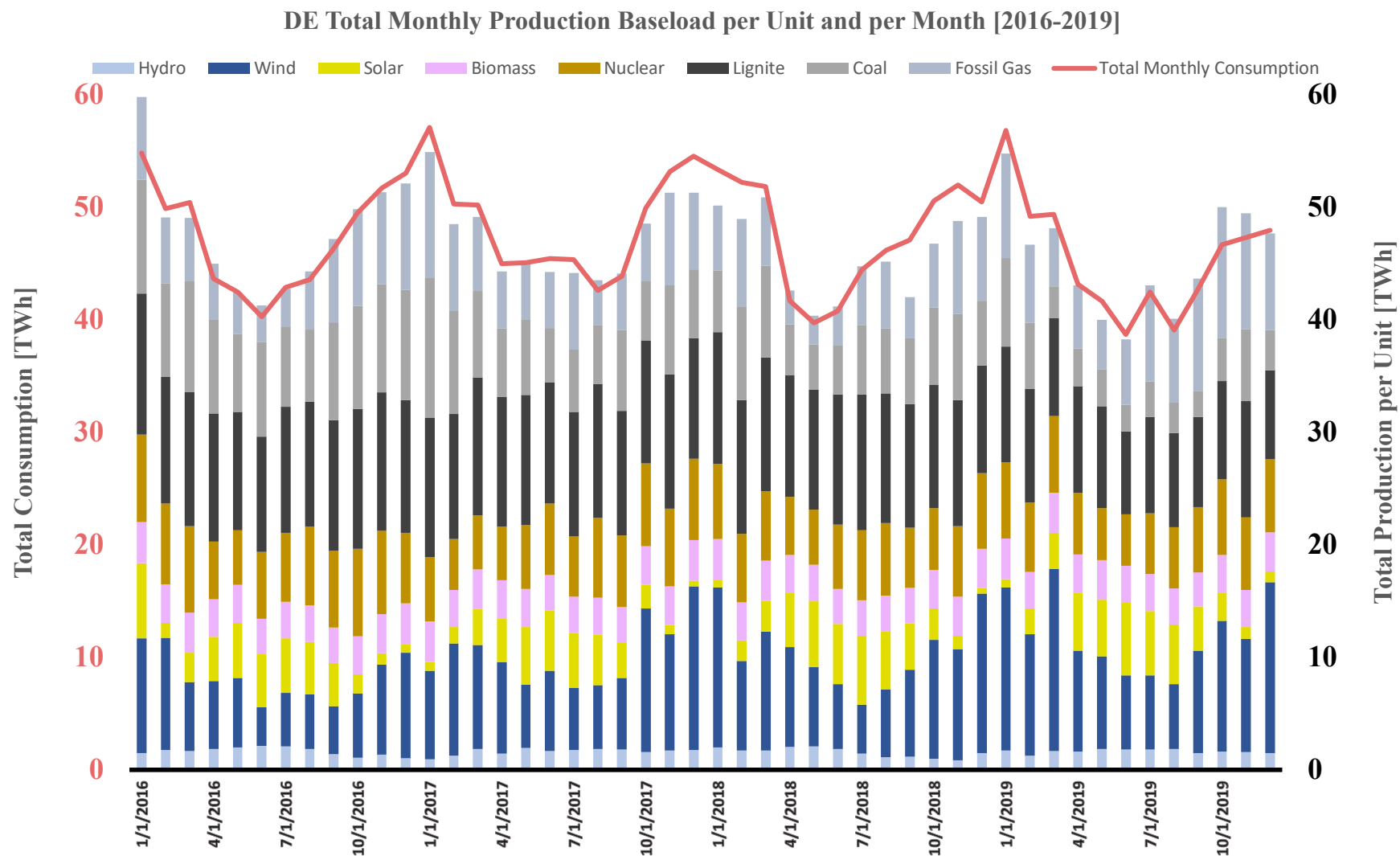


Σχήμα 2.1: Ποσοστό συμμετοχής επί της συνολικής παραγωγής στη Γερμανία (DE) για τα έτη 2016-2019, διάκριση με βάση το είδος του καυσίμου

DE Percent Production Baseload per Production Type [2016-2019]



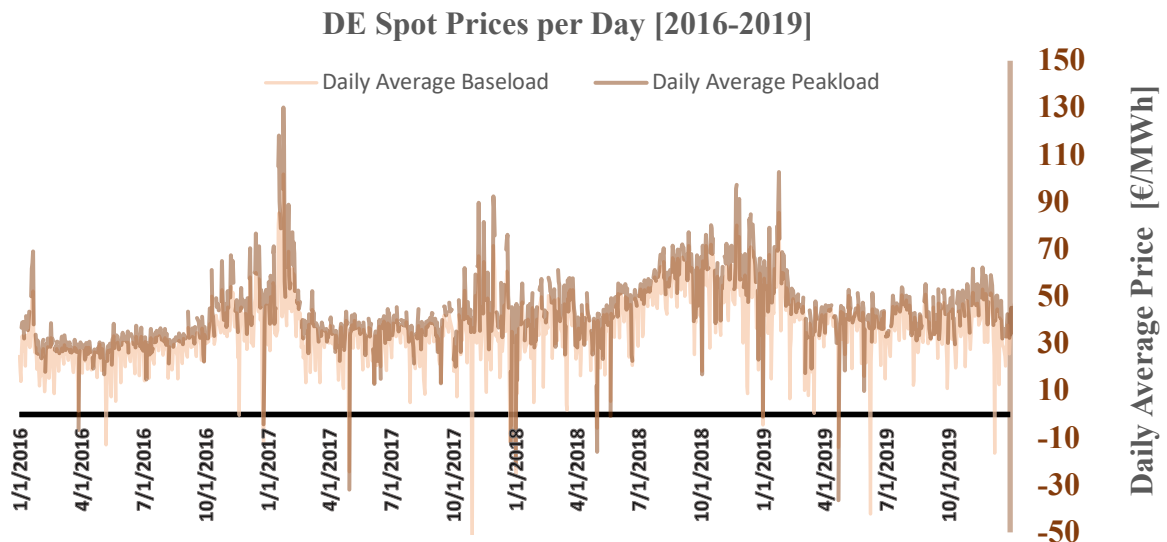
Σχήμα 2.2: Ποσοστό συμμετοχής επί της συνολικής παραγωγής στη Γερμανία (DE) για τα έτη 2016-2019, διάκριση με βάση το είδος της τεχνολογίας



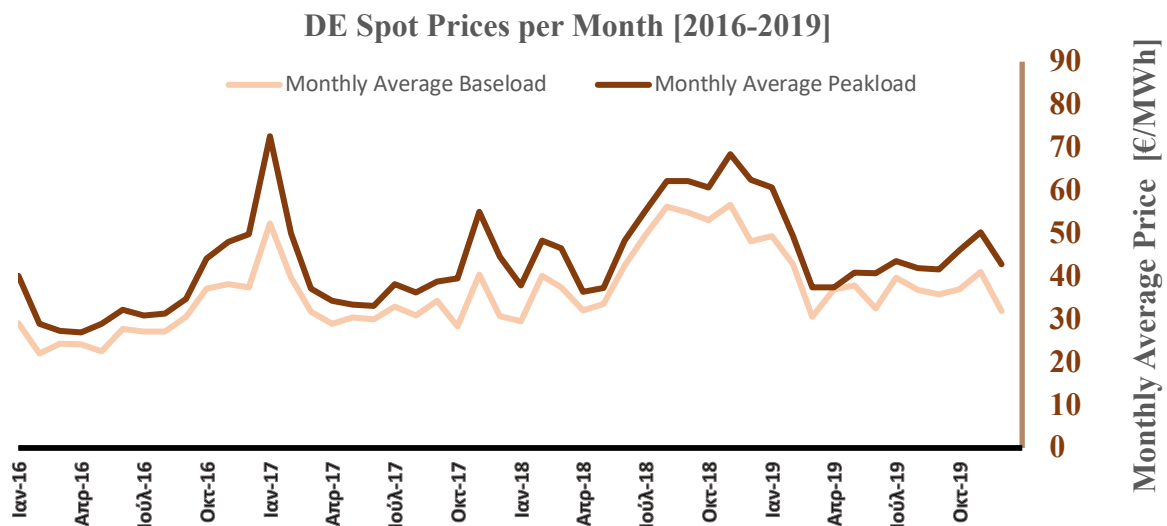
Σχήμα 2.3: Ποσοστό συμμετοχής επί της συνολικής παραγωγής στη Γερμανία (DE) για τα έτη 2016-2019 σε μηνιαία βάση, διάκριση με βάση το είδος του καυσίμου

### 2.1.2. Τιμές spot αγοράς επόμενης ημέρας (Spot Day Ahead Market Prices)

Η spot αγορά οργανώνεται σε αγορές της επόμενης ημέρα (day ahead market) αλλά και σε ενδοημερήσιες αγορές (intraday market) με τον τρόπο που περιεγράφηκε σε προηγούμενη παράγραφο. Η spot αγορά παρουσιάζει μία από τις μικρότερες μεταβλητότητες σε ολόκληρη την Ευρώπη.



Σχήμα 2.4: Εξέλιξη spot τιμών Γερμανίας (DE) για τα έτη 2016-2019 σε ημερήσιο επίπεδο



Σχήμα 2.5: Εξέλιξη spot τιμών Γερμανίας (DE) για τα έτη 2016-2019 σε μηνιαίο επίπεδο

## 2.2. Παράγοντες που επηρεάζουν την τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας στη Γερμανία

Για να μπορέσουμε να κατανοήσουμε την συμπεριφορά των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης θα πρέπει να βρούμε τους παράγοντες που καθοδηγούν τις τιμές της ηλεκτρικής ενέργειας στη Γερμανία. Στα επόμενα διαγράμματα που ακολουθούν βλέπουμε τη συσχέτιση κάθε μιας τεχνολογίας παραγωγής ξεχωριστά σε σχέση με τις πραγματικές τιμές του ηλεκτρισμού. Φαίνεται ότι υπάρχει ένας γραμμικός συσχετισμός με τις τεχνολογίες του άνθρακα, των αιολικών πηγών ενέργειας και τέλος του φυσικού αερίου. Παρόλο που ο ίδιος συσχετισμός παρατηρείται και στην υδροηλεκτρική παραγωγή, η παραγωγή σε σχέση με την κατανάλωση είναι τόσο μικρή που δεν μπορούν να βγουν ασφαλή συμπεράσματα.

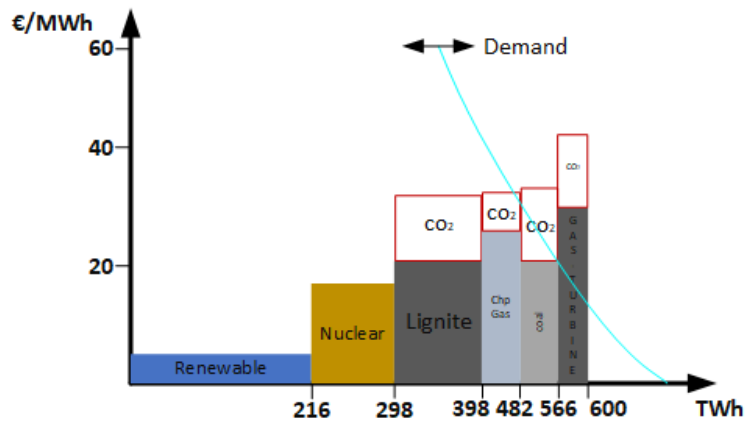
Η διαμόρφωση της MCP είναι αποτέλεσμα της προσφορά και της ζήτησης, επομένως, για κάθε ωριαία τιμή για την οποία εξάγεται μια τιμή ισορροπίας, αυτή θα είναι αποτέλεσμα της τελευταίας προσφοράς που γίνεται αποδεκτή στο σύστημα ισορροπίας. Στην λειτουργία μιας πλήρως ανταγωνιστικής αγοράς, ο παραγωγός είναι ουσιαστικά «υποχρεωμένος» να προσφέρει το σύνολο της παραγωγής του στο μεταβλητό κόστος<sup>1</sup>. Κατά συνέπεια, οι μονάδες οι οποίες εμφανίζουν το μικρότερο κόστος θα είναι αυτές οι οποίες θα λειτουργούν τις περισσότερες ώρες (μονάδες βάσης) με τις μονάδες αιχμής<sup>2</sup> να είναι αυτές που ακολουθούν. Ως μονάδες βάσης λογίζονται οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας των οποίων το μεταβλητό κόστος είναι σχεδόν μηδενικό. Ακολουθούν τα πυρηνικά εργοστάσια των οποίων το κόστος καυσίμου είναι πολύ μικρό. Η επόμενη κατηγορία συνήθως εξαρτάται από το κόστος καυσίμου και από το κόστος εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Θα λέγαμε όμως ότι οι μονάδες συνδυασμένου κύκλου με καύσιμο το φυσικό αέριο είναι πιο φτηνές κυρίως λόγω των χαμηλών εκπομπών αλλά και του μεγάλου βαθμού απόδοσης, τον βαθμό δηλαδή εκμετάλλευσης της θερμογόνου δύναμης του καυσίμου. Σύμφωνα με τα δεδομένα που αξιολογήθηκαν μέχρι το έτος 2019, φαίνεται ότι οι λιγνιτικές μονάδες λειτουργούν επίσης ως μονάδες βάσης με πολύ μικρό κόστος, παρόλο που η ολοένα και αυξανόμενη αύξηση του κόστους εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα έχει φέρει το κόστος τους

---

<sup>1</sup> Η υποχρέωση αυτή απορρέει από το γεγονός ότι παρόλο που η προσφορά του θα γίνει σε μικρότερη ή ίση τιμή εκείνος θα αμειφθεί στην τιμή της MCP, το γεγονός αυτό γεννά προβλήματα καθώς η πιο ακριβή μονάδα που εντάσσεται στο σύστημα θα ανακτά μόνο το μεταβλητό της κόστος γεννώντας ζητήματα ως προς την ανάκτηση του σταθερού κόστους της επένδυσης - missing money problem

<sup>2</sup> Αξίωση από μια μονάδα αιχμής είναι επίσης η γρήγορη ένταξη και η ταχύτητα απόκρισης στην μεταβολή του φορτίου καθιστώντας της αεροστροβιλικές μονάδες με καύσιμο το φυσικό αέριο τις πλέον ενδεδειγμένες – εξαιρουμένων των αναναιώσιμων πηγών ενέργειας.

σχεδόν σε ισορροπία με το κόστος μονάδων φυσικού αερίου συνδυασμένου κύκλου. Μπορούμε λοιπόν για τα έτη 2015 – 2019 να κατασκευάσουμε το διάγραμμα του σχήματος (Σχήμα 2.6) σύμφωνα με το οποίο προκύπτει ότι η διαμόρφωση της MCP είναι το αποτέλεσμα της μεταβολής του σημείου τομής της καμπύλης ζήτησης με τα αντίστοιχα κόστη (προσφορά) των πιο ακριβών εργοστασίων.

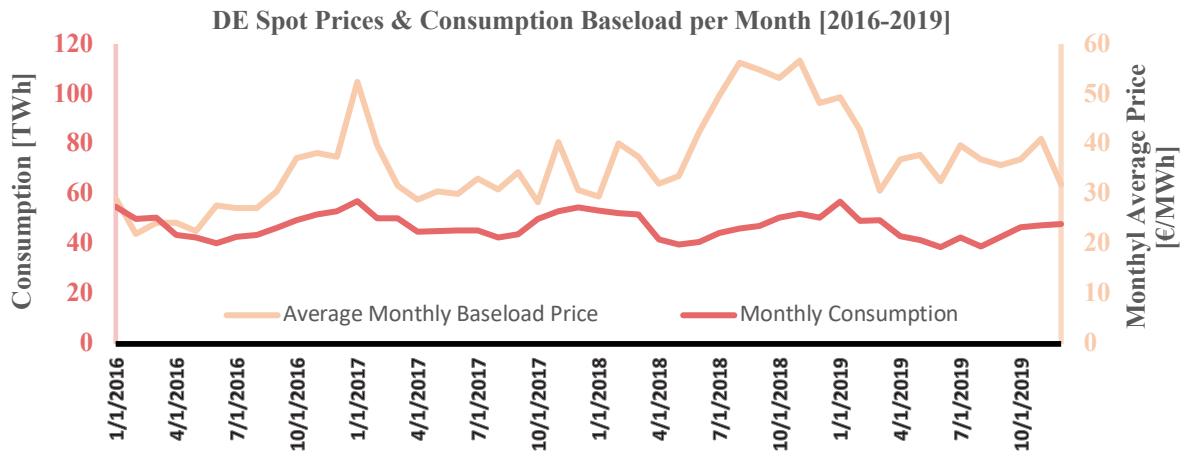


Σχήμα 2.6: Σχηματική απεικόνιση διαμόρφωσης MCP μέσω της προσφοράς και ζήτησης για τη χώρα της Γερμανίας.

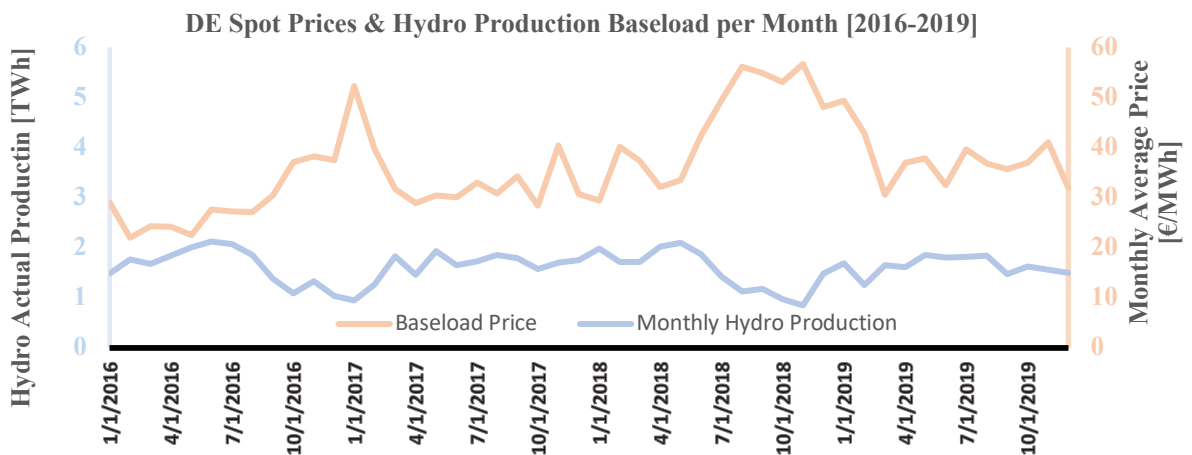
Οφείλουμε ωστόσο να επισημάνουμε ότι πολλές φορές μπορούν να παρατηρηθούν φαινόμενα χειραγώγησης της αγοράς. Αυτό μπορεί να συμβεί σε περιόδους ελλιπούς παραγωγής (λόγο μη αναμενόμενης διακοπής λειτουργίας κάποιου ή κάποιων εργοστασίων) αλλά και υψηλής ζήτησης. Κατά τις περιόδους αυτούς, οι προσφορές των παραγωγών δεν αντικατοπτρίζουν το πραγματικό κόστος, ή στο σύστημα εντάσσονται ιδιαίτερα ακριβές μονάδες / εισαγωγές για την κάλυψη της ζήτησης. Τέτοια φαινόμενα παρατηρήθηκαν το 2017, συγκεκριμένα το μήνα Ιανουάριο, την 24<sup>η</sup> μέρα κατανομής η μέση ημερήσια τιμή ήταν στα 101,21 €/MWh σημειώνοντας ιδιαίτερα υψηλή άνοδο (spike).

Ομοίως, μπορούν να συμβούν και αρνητικές τιμές, ο λόγος της προσφοράς της παραγωγής σε αρνητική τιμή είναι κατά βάση μέσα από ανανεώσιμες μονάδες παραγωγής, οι οποίες έχοντας μια δεδομένη παραγωγή η οποία υπερκαλύπτει την ζήτηση, δεν μπορούν να αποθηκεύσουν ή να διακόψουν την παραγωγή και είναι πρόθυμη να ανταμείβουν την απορρόφηση της. Το ίδιο όμως, μπορεί να παρουσιαστεί και σε έναν παραγωγό από εργοστάσιο παραγωγής, καθώς τεχνοοικονομικοί περιορισμοί επιβάλλουν την αδιάλειπτη λειτουργία ή το κόστος σβέσης και επανεκκίνησης είναι μεγαλύτερο από το κόστος προσφοράς σε αρνητική τιμή. Η μικρότερη τιμή κατά τα έτη εξέτασης παρατηρήθηκε την 25/10/2017 με την τιμή να βυθίζεται στα - 52,11 €/MWh.

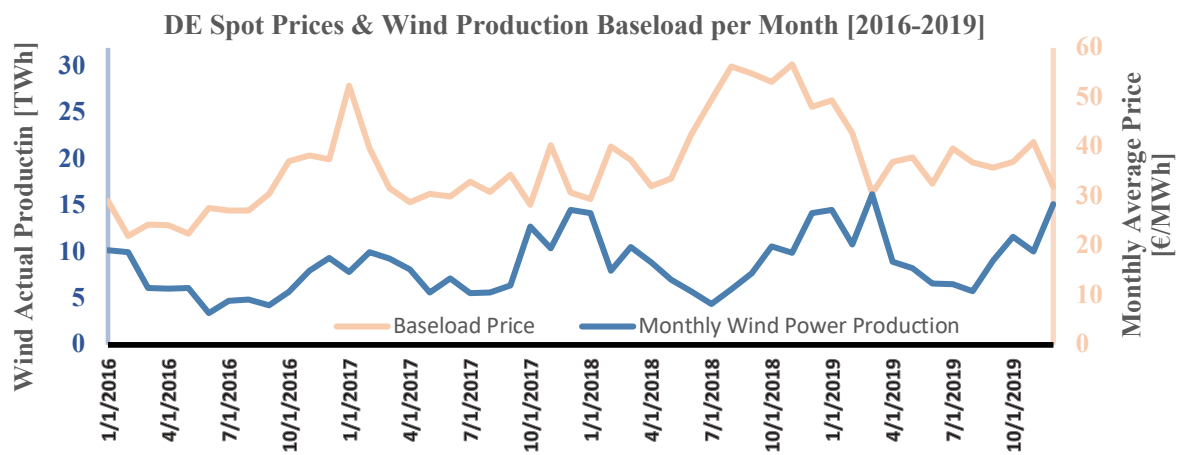
## Η ΑΓΟΡΑ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗ ΓΕΡΜΑΝΙΑ ΚΑΙ ΤΗ ΓΑΛΛΙΑ



Σχήμα 2.7: Συσχέτιση μεταξύ μηνιαίας συνολικής κατανάλωσης και μέσης μηνιαίας τιμής για τη χώρα της Γερμανίας (DE)

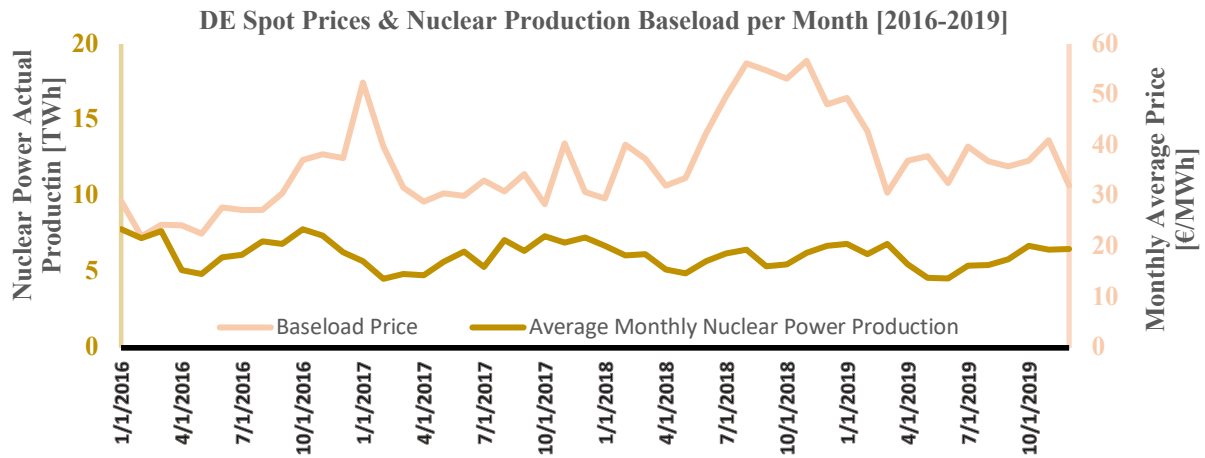


Σχήμα 2.8: Συσχέτιση μεταξύ μηνιαίας συνολικής υδροηλεκτρικής παραγωγής και μέσης μηνιαίας τιμής για τη χώρα της Γερμανίας (DE)

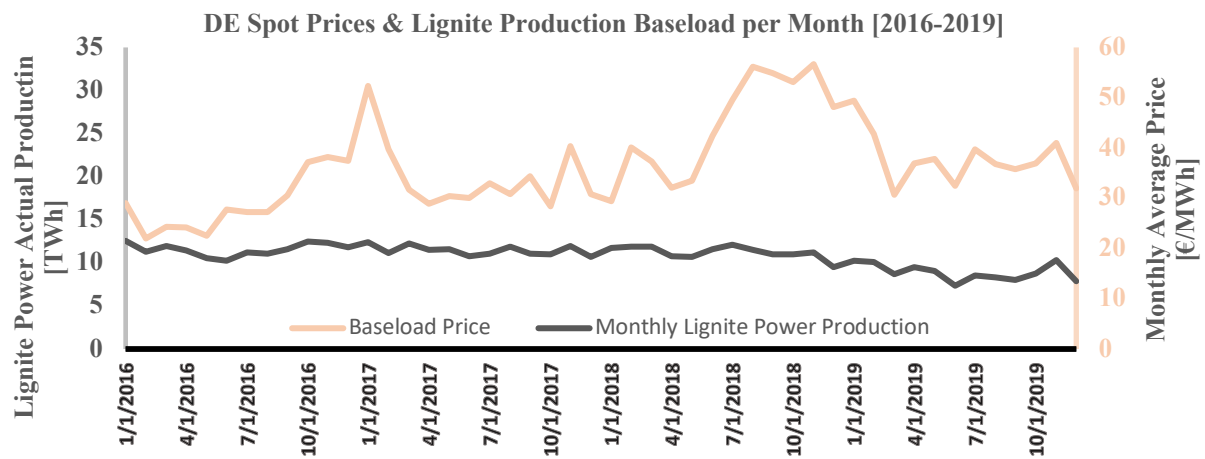


Σχήμα 2.9: Συσχέτιση μεταξύ μηνιαίας συνολικής αιολικής παραγωγής και μέσης μηνιαίας τιμής για τη χώρα της Γερμανίας (DE)

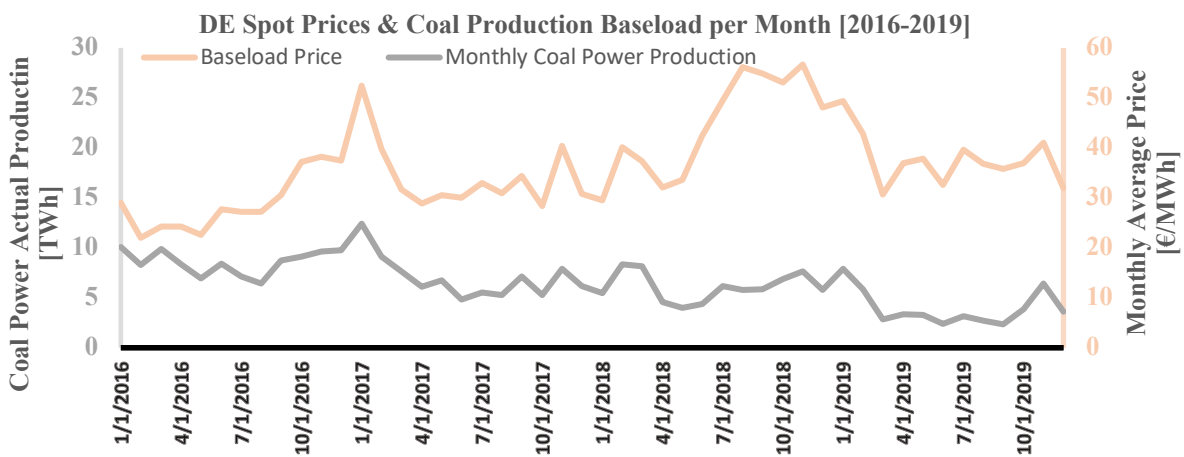
## Η ΑΓΟΡΑ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗ ΓΕΡΜΑΝΙΑ ΚΑΙ ΤΗ ΓΑΛΛΙΑ



Σχήμα 2.10: Συσχέτιση μεταξύ μηνιαίας συνολικής πυρηνικής παραγωγής και μέσης μηνιαίας τιμής για τη χώρα της Γερμανίας (DE)



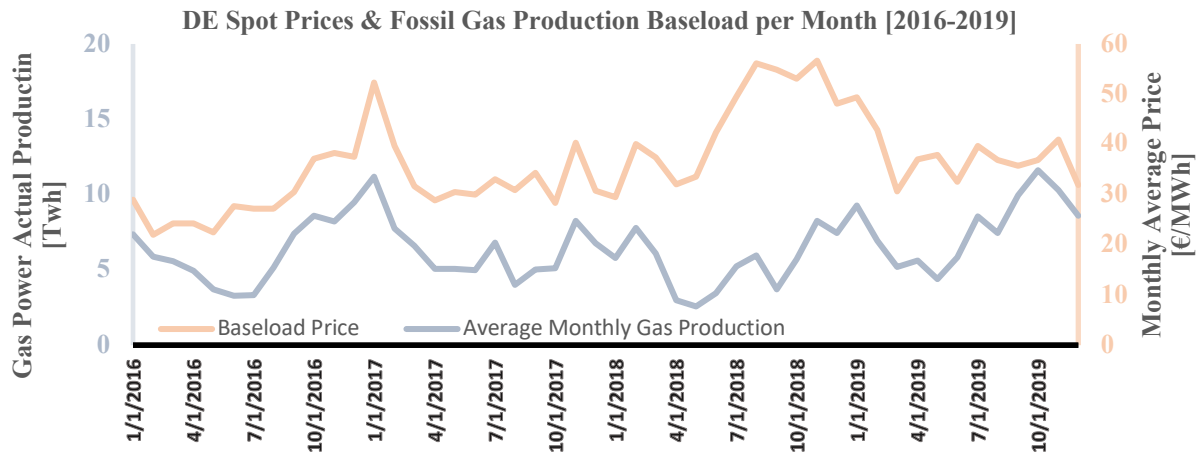
Σχήμα 2.11: Συσχέτιση μεταξύ μηνιαίας συνολικής λιγνιτικής παραγωγής και μέσης μηνιαίας τιμής για τη χώρα της Γερμανίας (DE)



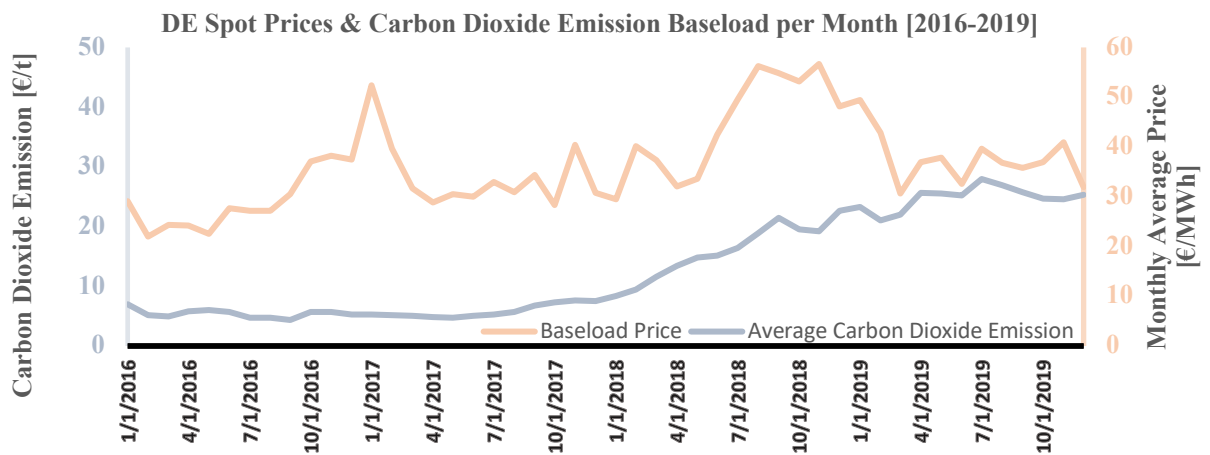
Σχήμα 2.12: Συσχέτιση μεταξύ μηνιαίας συνολικής παραγωγής από άνθρακα και μέσης μηνιαίας τιμής για τη χώρα της Γερμανίας (DE)



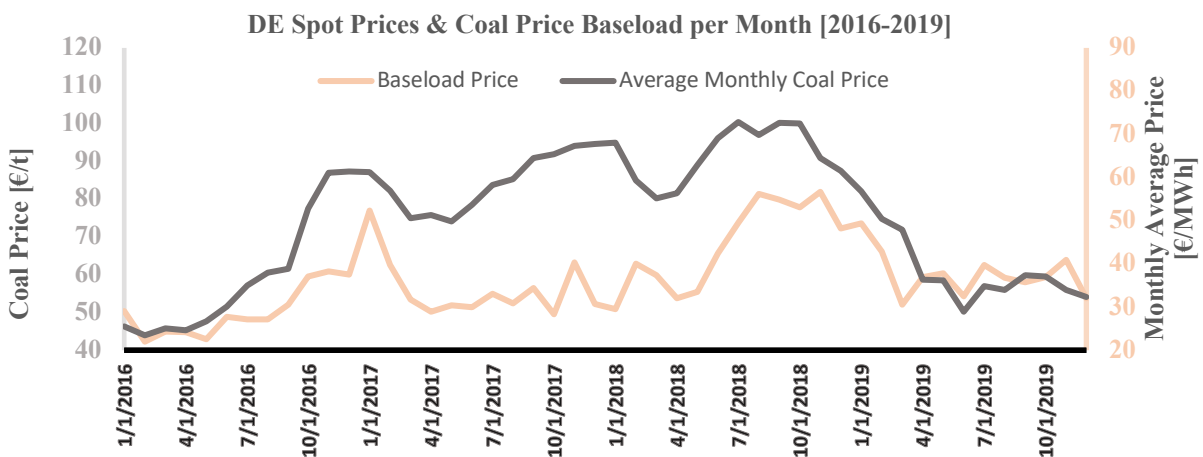
## Η ΑΓΟΡΑ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗ ΓΕΡΜΑΝΙΑ ΚΑΙ ΤΗ ΓΑΛΛΙΑ



Σχήμα 2.13: Συσχέτιση μεταξύ μηνιαίας συνολικής παραγωγής από φυσικό αέριο και μέσης μηνιαίας τιμής για τη χώρα της Γερμανίας (DE)

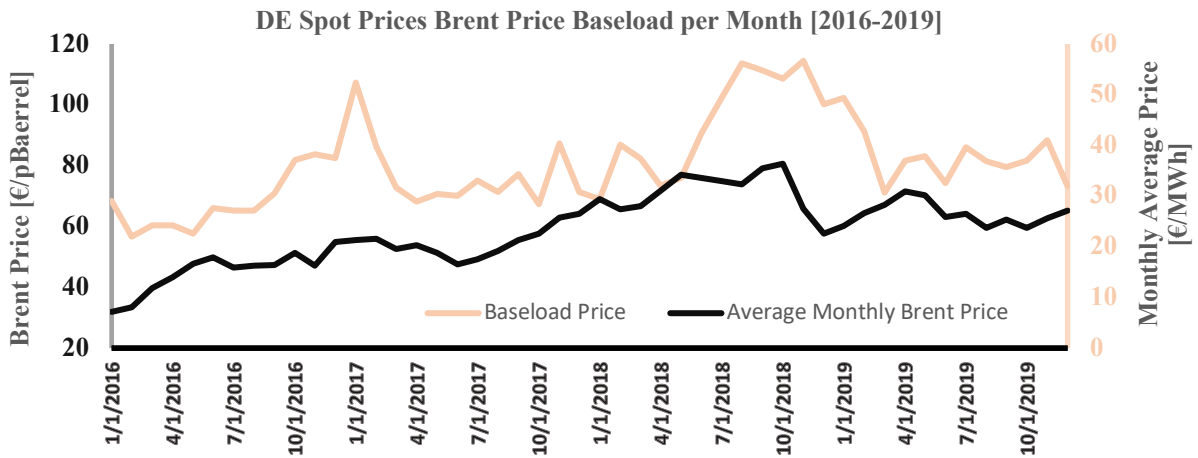


Σχήμα 2.14: Συσχέτιση μεταξύ μηνιαίου κόστους εκπομπών αερίου διοξειδίου του άνθρακα και μέσης μηνιαίας τιμής για τη χώρα της Γερμανίας (DE)

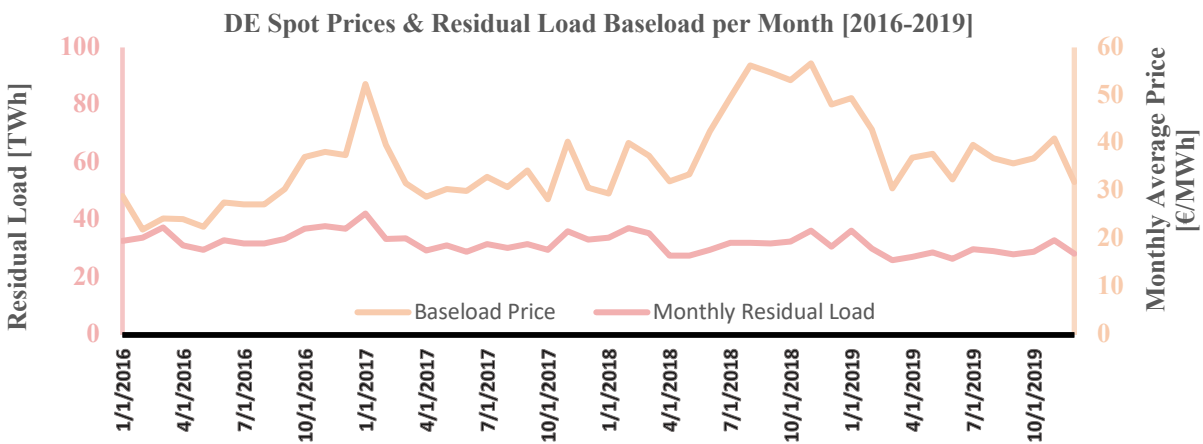


Σχήμα 2.15: Συσχέτιση μεταξύ μηνιαίου κόστους άνθρακα και μέσης μηνιαίας τιμής για τη χώρα της Γερμανίας (DE)

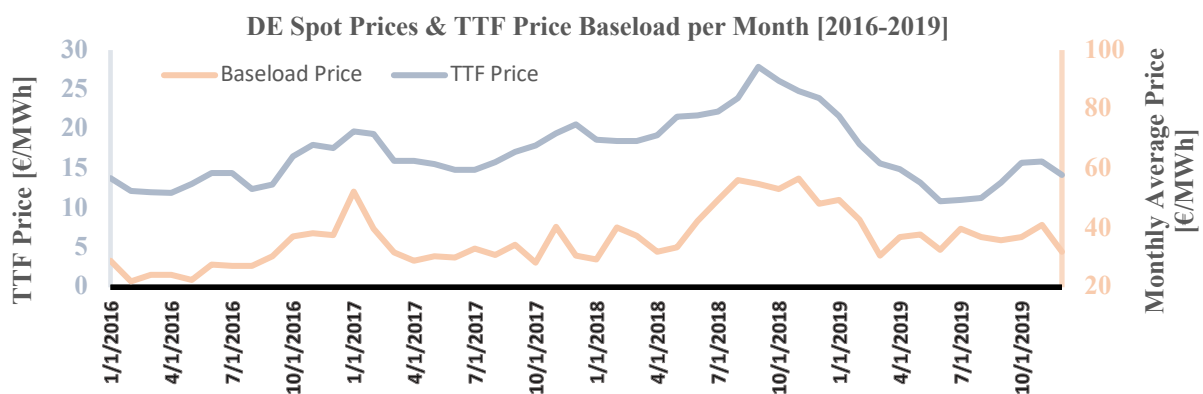
## Η ΑΓΟΡΑ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗ ΓΕΡΜΑΝΙΑ ΚΑΙ ΤΗ ΓΑΛΛΙΑ



Σχήμα 2.16: Συσχέτιση μεταξύ μηνιαίου κόστους αργού πετρελαίου και μηνιαίας τιμής για τη χώρα της Γερμανίας (DE)



Σχήμα 2.17: Συσχέτιση μεταξύ μηνιαίου υπολειπόμενου φορτίου και μηνιαίας τιμής για τη χώρα της Γερμανίας (DE)



Σχήμα 2.18: Συσχέτιση μεταξύ μηνιαίας τιμής φυσικού αερίου και μηνιαίας τιμής για τη χώρα της Γερμανίας (DE)

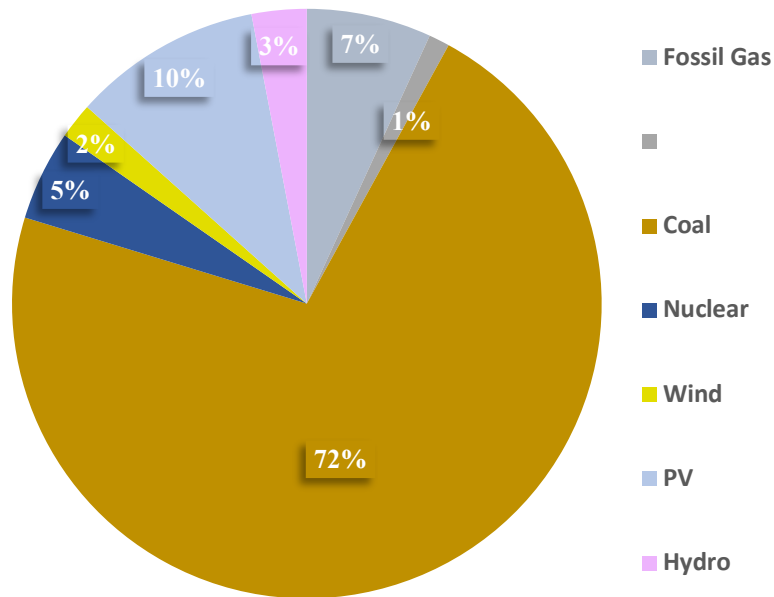
### **2.3. Η αγορά της ηλεκτρικής ενέργειας στη Γαλλία**

Η γαλλική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας είναι η τρίτη μεγαλύτερη στην Ευρώπη, όσο αναφορά την εγκατεστημένη ισχύ και την κατανάλωση. Η γαλλικές αρχές ακολουθώντας την απόφαση της ευρωπαϊκής ένωσης προχώρησαν στην πλήρη απελευθέρωση της αγοράς τόσο στον τομέα της παραγωγής όσο και στον τομέα της προμήθειας. Όσο αναφορά την παραγωγή, υπήρχε μεγάλη επιφύλαξη ως προς την είσοδο νέων παραγωγών εξαιτίας της δεσπόζουσας θέσης που κατείχε και εξακολουθεί να κατέχει η EDF, ο μεγαλύτερος παραγωγός στη χώρα. Η δεσπόζουσα αυτή θέση πηγάζει από την πυρηνική παραγωγή που έχει στο χαρτοφυλάκιο της αποτελώντας τον μεγαλύτερο παραγωγό σε όρους πραγματικής παραγωγής και εγκατεστημένης ισχύος στην Ευρώπη.

#### **2.3.1. Κατανάλωση - Παραγωγή (Consumption - Production)**

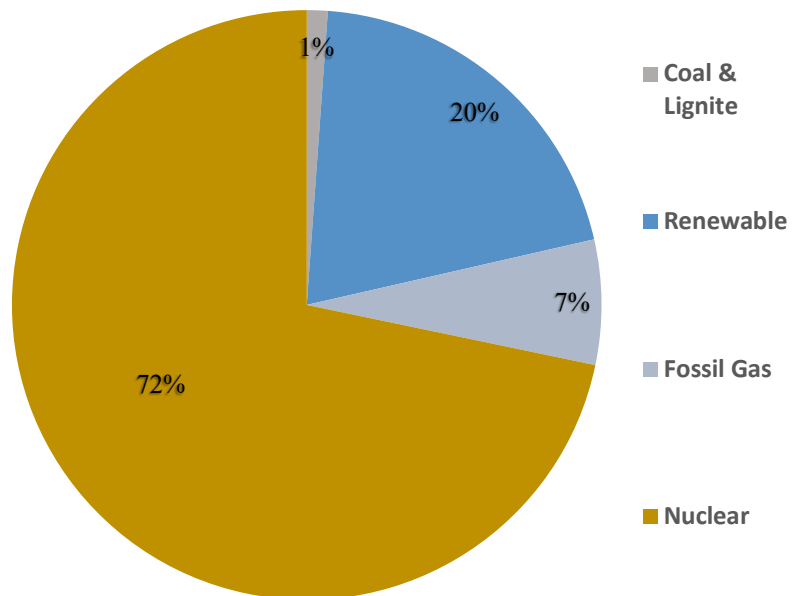
Η κατανάλωση της χώρας ανήλθε στις 470 TWh σχεδόν σταθερή για όλα τα έτη αναφοράς (2016—2019). Η κατανάλωση αυτή, καλύπτεται από τον παραγωγό EDF κατά 72% με πυρηνική παραγωγή, κατά ποσοστό 20% από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, ενώ το φυσικό αέριο κατέχει σημαντικό ποσοστό 7%. Τέλος το 1% καλύπτεται από παραγωγή μέσο άνθρακα.

FR Percent Production Baseload per Unit [2016-2019]

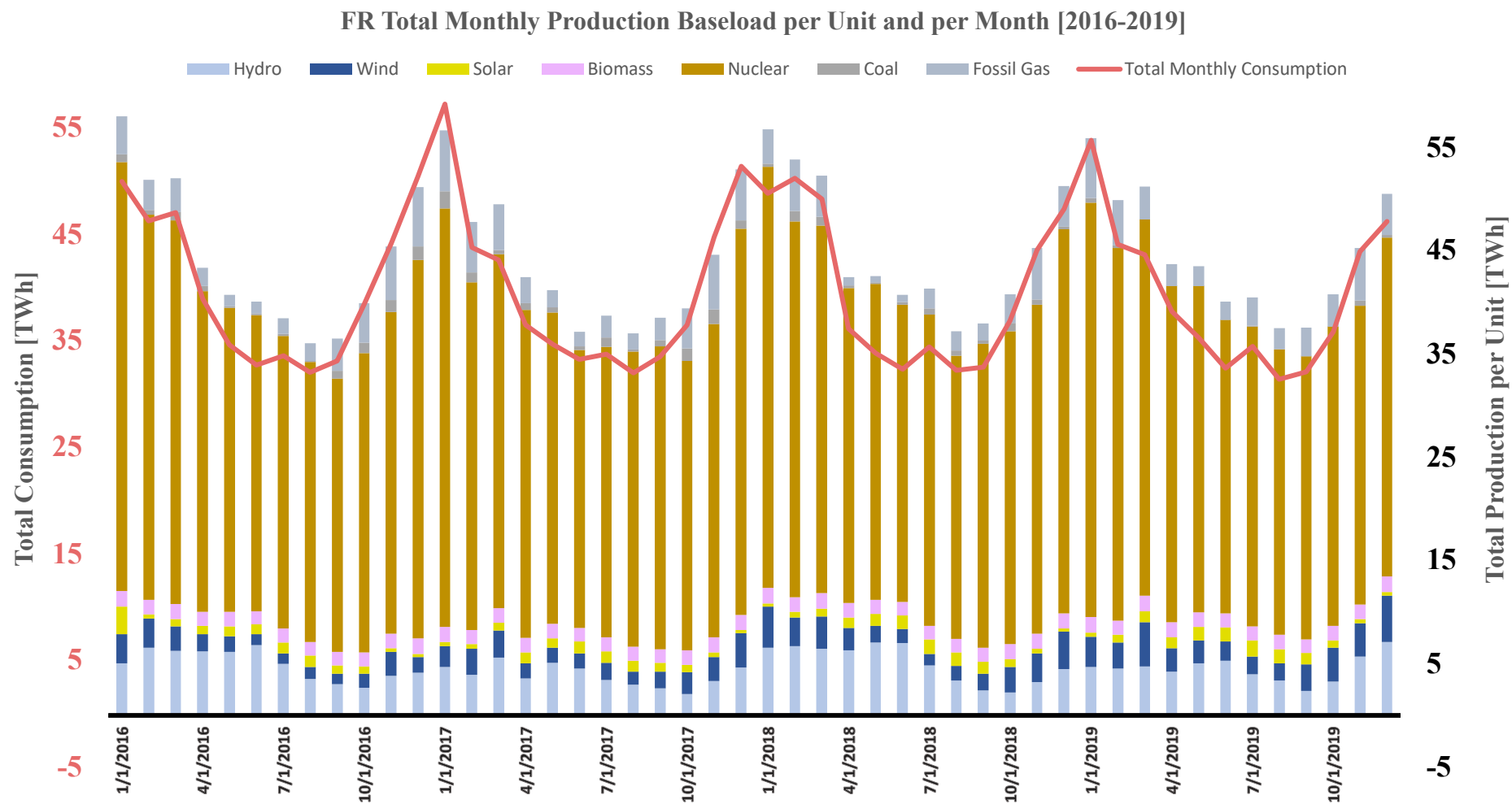


Σχήμα 2.19: Ποσοστό συμμετοχής επί της συνολικής παραγωγής στη Γαλλία (FR) για τα έτη 2016-2019, διάκριση με βάση το είδος του καυσίμου

FR Percent Production Baseload per Production Type [2016-2019]



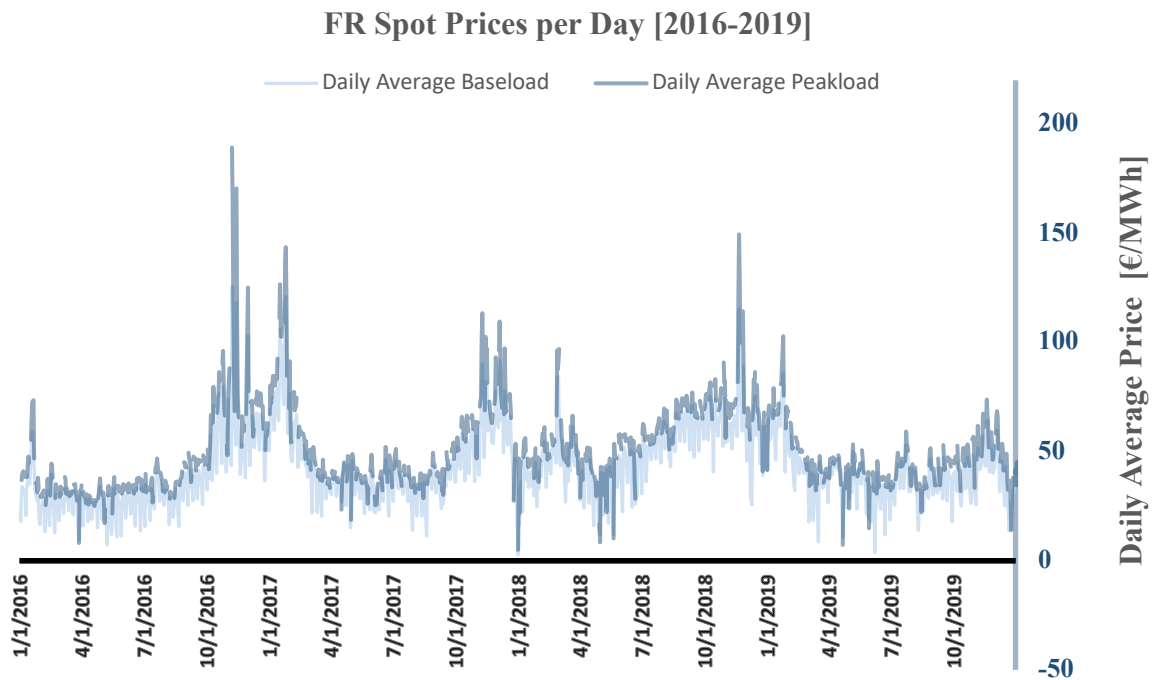
Σχήμα 2.20: Ποσοστό συμμετοχής επί της συνολικής παραγωγής στη Γαλλία (FR) για τα έτη 2016-2019, διάκριση με βάση το είδος της τεχνολογίας



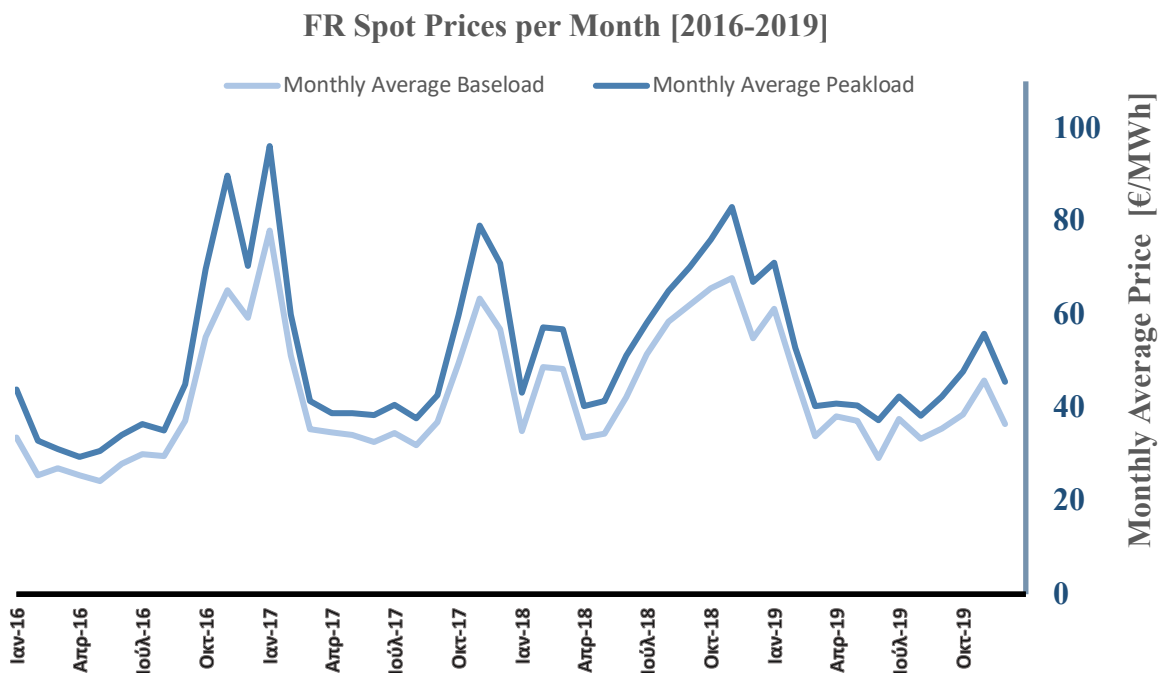
Σχήμα 2.21: Ποσοστό συμμετοχής επί της συνολικής παραγωγής στη Γαλλία (FR) για τα έτη 2016-2019 σε μηνιαία βάση, διάκριση με βάση το είδος του καυσίμου

### 2.3.2. Τιμές spot αγοράς επόμενης ημέρας (Spot Day Ahead Market Prices)

Η spot αγορά οργανώνεται κατά τον ίδιο τρόπο με την αγορά της Γερμανίας ενώ η ρευστότητα της είναι ολοένα και αυξανόμενη σε λίγο μικρότερα επίπεδα από την αντίστοιχη της Γερμανίας.



Σχήμα 2.22: Εξέλιξη spot τιμών Γαλλίας (FR) για τα έτη 2016-2019 σε ημερήσιο επίπεδο

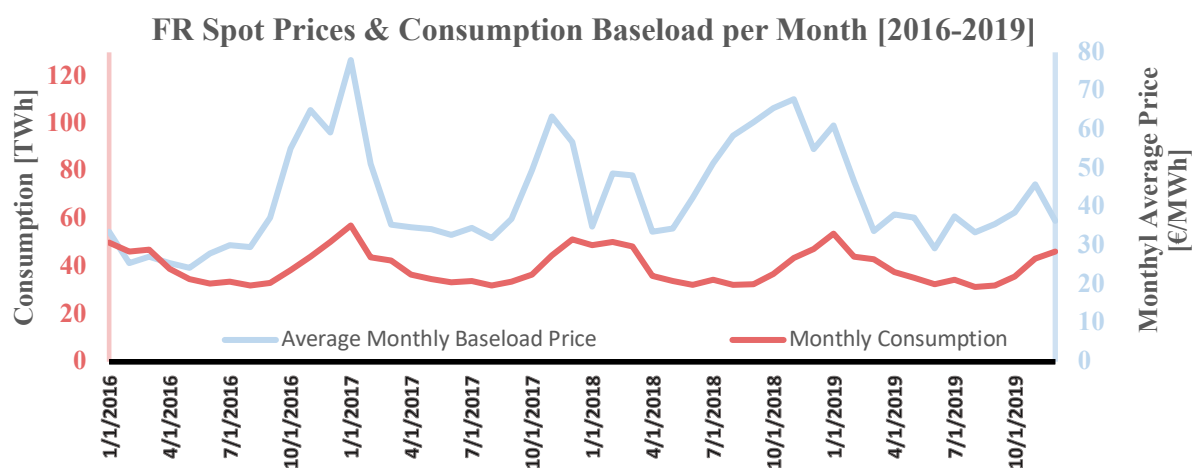


Σχήμα 2.23: Εξέλιξη spot τιμών Γαλλία (FR) για τα έτη 2016-2019 σε μηνιαίο επίπεδο

## 2.4. Παράγοντες που επηρεάζουν την τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας στη Γαλλία

Σύμφωνα με τα δεδομένα που αξιολογήθηκαν μέχρι το έτος 2019, φαίνεται ότι οι μονάδες φυσικού αερίου έχουν κυρίαρχη θέση στη διαμόρφωση της τιμής. Με βάση το προηγούμενο σχήμα (Σχήμα 2.6) παρατηρείται ότι, η πυρηνική παραγωγή σχεδόν υπερκαλύπτει την εγχώρια ζήτηση προσφέροντας ένα σταθερό προφίλ τιμών<sup>1</sup>, ταυτόχρονα όμως, η μεγάλη εξάρτηση της χώρας από την πυρηνική παραγωγή, μπορεί να οδηγήσει σε πολύ απότομες μεταβολές τιμών, σε περιόδους κατά τις οποίες η εγχώρια ζήτηση είναι πολύ μικρή και η παύση λειτουργίας των πυρηνικών σταθμών είναι αντισυμβατική αλλά και σε περιόδους που τα πυρηνικά εργοστάσια δεν μπορούν να λειτουργήσουν<sup>2</sup>. Αυτός είναι ο λόγος που παρουσιάζει και μεγαλύτερη μεταβλητότητα από την αγορά της Γερμανίας.

Η μεγαλύτερη τιμή που παρατηρήθηκε ήταν το μήνα Νοέμβριο, την 7<sup>η</sup> μέρα κατανομής όπου η μέση ημερήσια τιμή σκαρφάλωσε στα 125,67 €/MWh, ενώ η αντίστοιχα μικρότερη σημειώθηκε την 1/1/2018 με την τιμή να βυθίζεται στα 2,66 €/MWh.

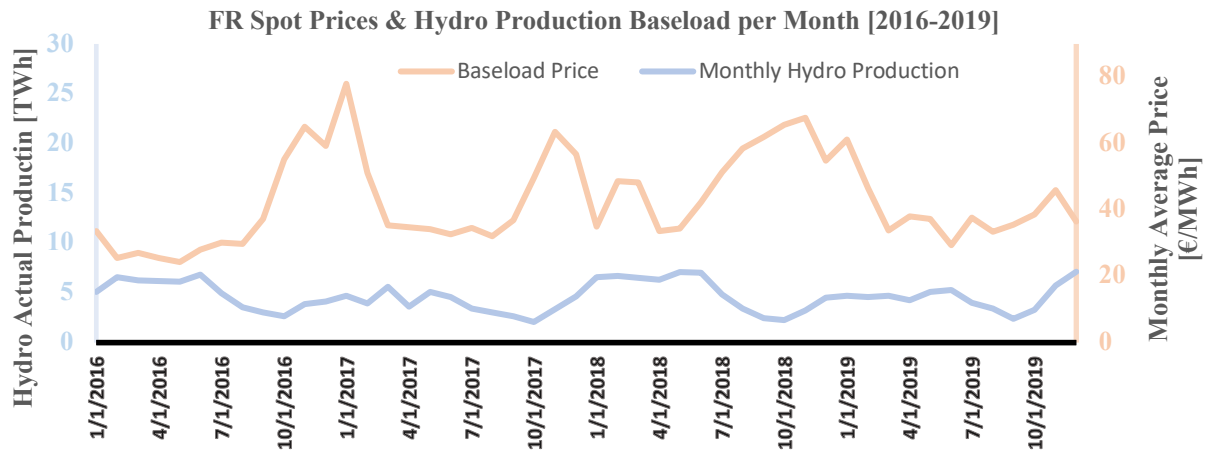


Σχήμα 2.24: Συσχέτιση μεταξύ μηνιαίας συνολικής κατανάλωσης και μέσης μηνιαίας τιμής για τη χώρα της Γαλλίας (FR)

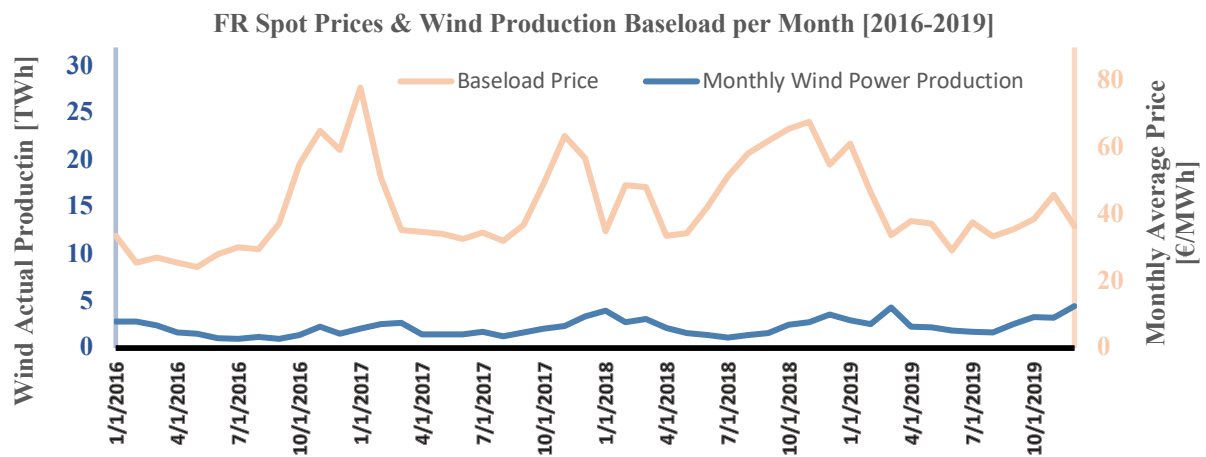
<sup>1</sup> Καθώς το κόστος από πυρηνική παραγωγή είναι σχεδόν πάντα σταθερό

<sup>2</sup> Τέτοια φαινόμενα παρατηρούνται κατά κύριο λόγο εξαιτίας προβλημάτων ψύξης των πυρηνικών αντιδραστήρων

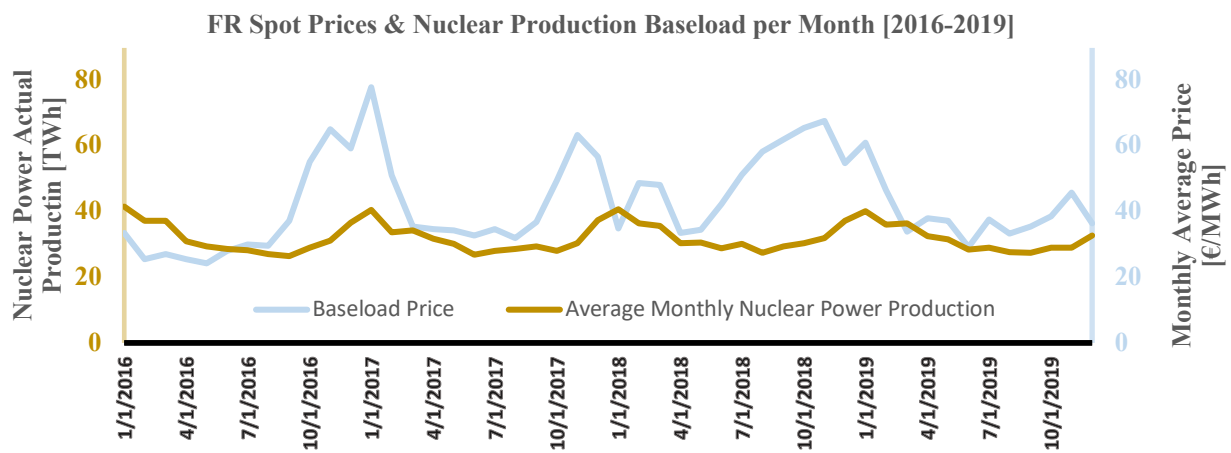
## Η ΑΓΟΡΑ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗ ΓΕΡΜΑΝΙΑ ΚΑΙ ΤΗ ΓΑΛΛΙΑ



Σχήμα 2.25: Συσχέτιση μεταξύ μηνιαίας συνολικής υδροηλεκτρικής παραγωγής και μέσης μηνιαίας τιμής για τη χώρα της Γαλλίας (FR)

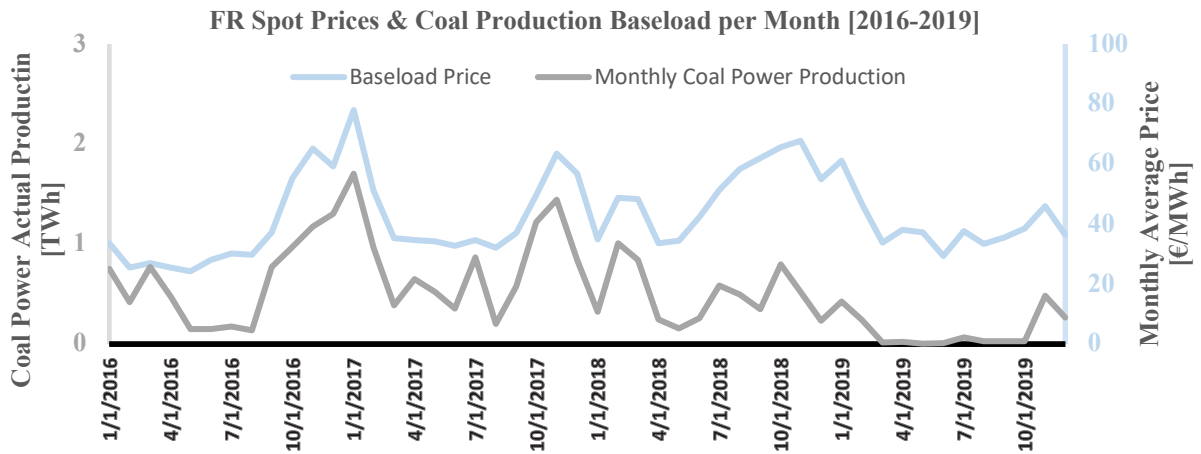


Σχήμα 2.26: Συσχέτιση μεταξύ μηνιαίας συνολικής αιολικής παραγωγής και μέσης μηνιαίας τιμής για τη χώρα της Γαλλίας (FR)

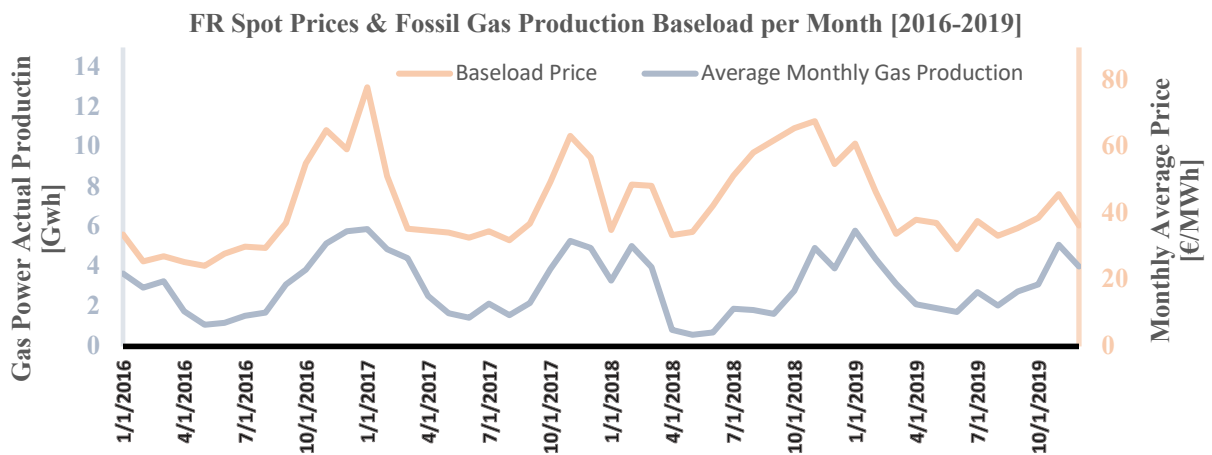


Σχήμα 2.27: Συσχέτιση μεταξύ μηνιαίας συνολικής πυρηνικής παραγωγής και μέσης μηνιαίας τιμής για τη χώρα της Γαλλίας (FR)

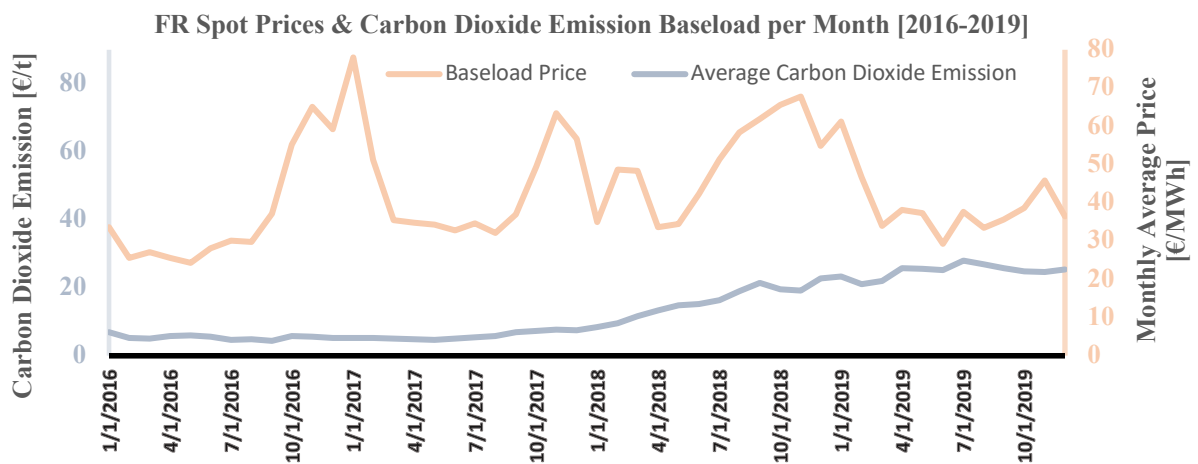




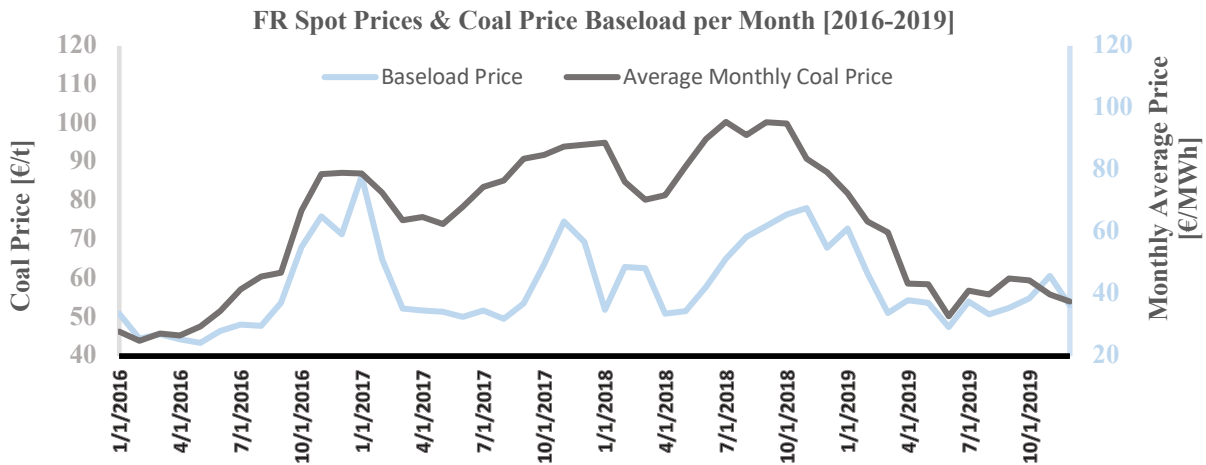
Σχήμα 2.28: Συσχέτιση μεταξύ μηνιαίας συνολικής παραγωγής από άνθρακα και μέσης μηνιαίας τιμής για τη χώρα της Γαλλίας (FR)



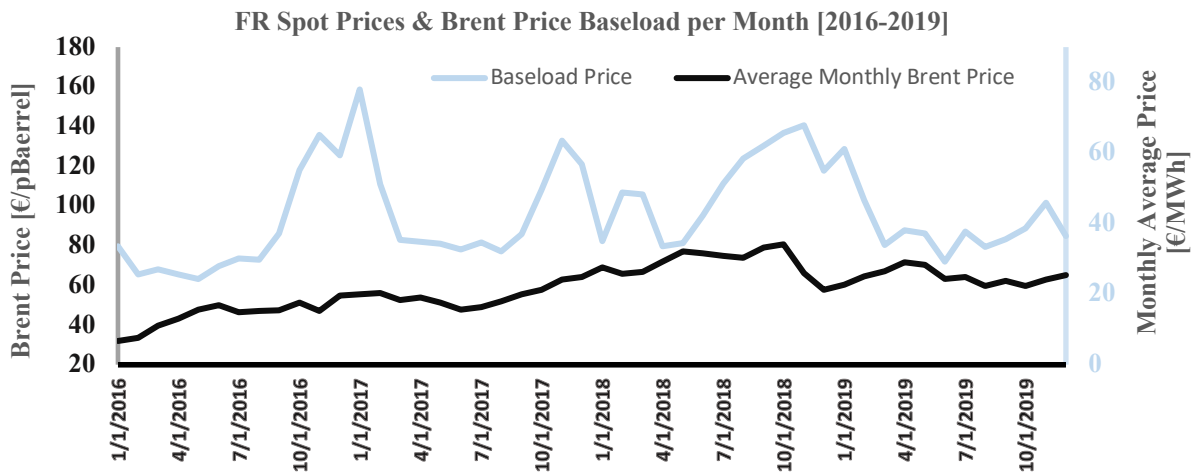
Σχήμα 2.29: Συσχέτιση μεταξύ μηνιαίας συνολικής παραγωγής από φυσικό αέριο και μέσης μηνιαίας τιμής για τη χώρα της Γαλλίας (FR)



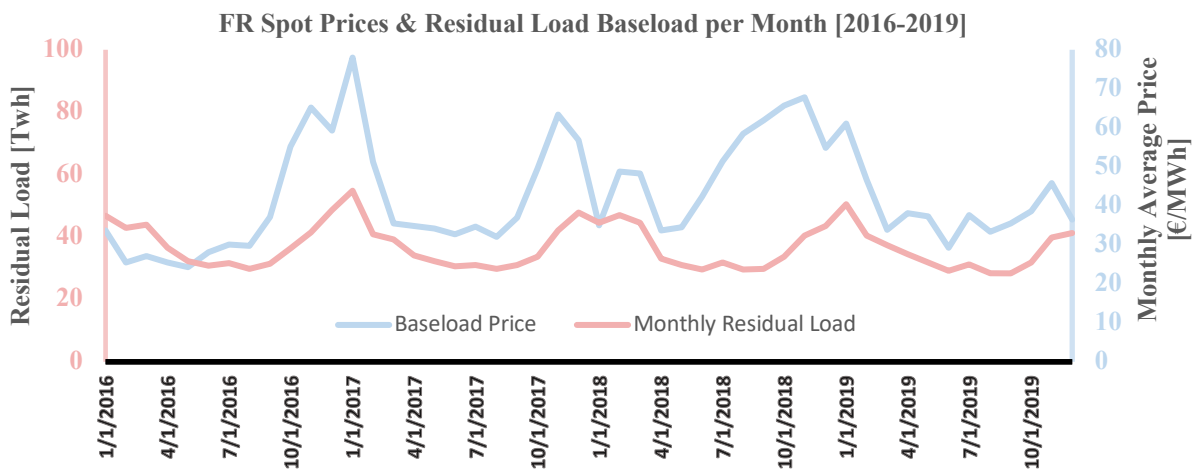
Σχήμα 2.30: Συσχέτιση μεταξύ μηνιαίου κόστους εκπομπών αερίου διοξειδίου του άνθρακα και μέσης μηνιαίας τιμής για τη χώρα της Γαλλίας (FR)



Σχήμα 2.31: Συσχέτιση μεταξύ μηνιαίου κόστους άνθρακα και μέσης μηνιαίας τιμής για τη χώρα της Γαλλίας (FR)



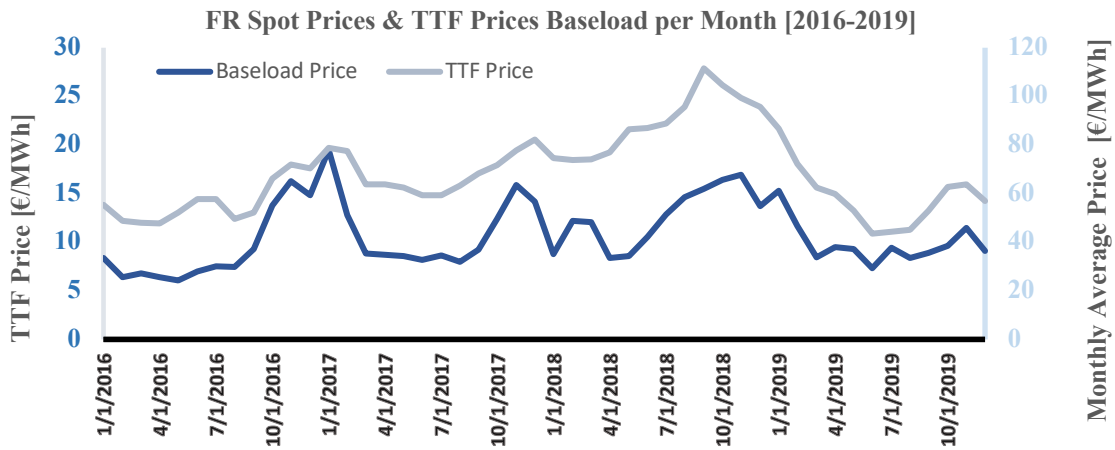
Σχήμα 2.32: Συσχέτιση μεταξύ μηνιαίου κόστους αργού πετρελαίου και μηνιαίας τιμής για τη χώρα της Γαλλίας (FR)



Σχήμα 2.33: Συσχέτιση μεταξύ μηνιαίου υπολειπόμενου φορτίου και μηνιαίας τιμής για τη χώρα της Γαλλίας (FR)

Σχήμα 2.34: Συσχέτιση μεταξύ μηνιαίας τιμής φυσικού αερίου και μηνιαίας τιμής για τη χώρα της Γαλλίας (FR)

## Η ΑΓΟΡΑ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗ ΓΕΡΜΑΝΙΑ ΚΑΙ ΤΗ ΓΑΛΛΙΑ



Πίνακας 2.1: Πίνακας συσχετισμού τιμών ηλεκτρικής ενέργειας με διάφορους τύπους παραγωγής και τιμών καυσίμου για τα έτη 2016-2016 και για τις χώρες τις Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR).

Pearson Correlation	DE		FR	
		R <sup>2</sup>		R <sup>2</sup>
Consumption	0,31	0,10	0,51	0,26
Residual Load	0,67	0,44	0,55	0,30
Hydro	-0,36	0,13	-0,17	0,03
Wind	-0,40	0,16	-0,11	0,01
Nuclear Power	0,06	0,00	0,26	0,07
Lignite Power	0,47	0,22	0,00	0,00
Coal Power	0,48	0,23	0,59	0,35
Gas Power	0,58	0,33	0,65	0,42
CO <sub>2</sub>	0,37	0,14	0,09	0,01
Coal Price	0,46	0,21	0,59	0,34
Brent Price	0,45	0,21	0,31	0,09
TTF Price	0,58	0,34	0,60	0,36

## 2.5. Βιβλιογραφία 2<sup>ο</sup> κεφαλαίου

### 2.5.1. Ξένα

- ❖ Black, F., 1976. The pricing of commodity contracts. *Journal of Financial Economics*, 3, 167-179.
- ❖ Botterud, A., Bhattacharyya, A. K. and Ilic, M., 2002. Futures and spot prices – An analysis of the Scandinavian electricity market. *Proceedings of the 34th Annual North American Power Symposium*, October 2002, Tempe, Arizona, USA.
- ❖ Botterud, A., Kristiansen, T. and Ilic, M. D., 2010. The relationship between spot and futures prices in the Nord Pool electricity market. *Energy Economics*, 32, 967-978.
- ❖ Brennan, M.J., 1958. The supply of storage. *American Economic Review*, 48, 50-72.
- ❖ Cochrane, J. H., 2005. *Financial Markets and the Real Economy*. Unpublished working paper.
- ❖ Agne Jonkute. *Factors Affecting Futures Premium in the German Electricity Futures Market*, ISM University of Management and Economics, May 2014
- ❖ Janne Peljo, *Futures pricing in the Nordic Electricity Market*, Aalto University, 2012

### 3. ΠΑΡΑΓΩΓΑ ΣΤΗΝ ΑΓΟΡΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

#### 3.1. Εισαγωγή

Τις τελευταίες δεκαετίες παρατηρείται μία ιλιγγιώδη ανάπτυξη και μία έντονη φημολογία των παραγώγων, τα οποία αποτελούν αναγκαίο και εύχρηστο εργαλείο του επενδυτικού κοινού στον σύγχρονο χρηματοοικονομικό κόσμο. Σε περιόδους οικονομικών κρίσεων και σε περιόδους άσκησης πιέσεων των αγορών, τα παράγωγα έχουν συσχετισθεί με οικονομικές κερδοσκοπικές αποτυχίες και με αμφίβολες χρηματοοικονομικές αναφορές, δημιουργώντας αβεβαιότητα ως προς τη χρήση τους. Συνέπεια των προαναφερόμενων, ήταν η διαμόρφωση όρων και κανονισμών που προέβλεπαν τον εντοπισμό της φύσης και του επιπέδου των συναφών κινδύνων, την μείωση ή την εξάλειψη τους, αλλά και την διαφάνεια των συμβάσεων παραγώγων. Ένα θεσμικό πλαίσιο που συνεχώς αυστηροποιείται και ενισχύονται οι προσπάθειες εποπτικών μηχανισμών.

Τα χρηματοοικονομικά παράγωγα αρχικά δεν δημιουργηθήκαν ως αποτέλεσμα επιστημονικής ερευνάς αλλά για να προσφέρουν ασφάλεια στις επενδύσεις χαρτοφυλακίων αντισταθμίζοντας τους κινδύνους και για να προσφέρουν αποδόσεις πολλαπλάσιες του αρχικού κεφαλαίου (μόχλευση). Η σπουδαιότητα των παραγώγων όμως δεν οφείλεται μόνο στο γεγονός ότι αποτελούν πολύτιμα εργαλεία για τη διαχείριση του κίνδυνου. Σύμφωνα με τους D. Bryan και M. Rafferty<sup>1</sup>, τα παράγωγα ως σύστημα, ως ένα διεθνές δίκτυο, έχουν δύο πολύ σημαντικές ιδιότητες:

- Συνδέειν (Binding) : Τα παράγωγα εναρμονίζουν τις σημερινές με τις μελλοντικές τιμές και υπό αυτή την έννοια συνδέουν το παρόν με το μέλλον.
- Αναμιγνύει (Blending): Τα παράγωγα συνδυάζουν (αναμιγνύουν) διακριτά περιουσιακά στοιχεία σε ένα σύνθετο.

Επιπροσθέτως τα χρηματοοικονομικά παράγωγα δεν αποτελούν μία νεοφώτιστη ιδέα. Η πρώτη ιστορική αναφορά για την χρήση παραγώγων ξεκινά από την Αρχαία Ελλάδα και την Ρώμη με την διασφάλιση ποσότητας βασικών αγαθών όπως ελαιόλαδο και σιτάρι σε μια σταθερή τιμή για την ομαλή διαβίωση και λειτουργία των πόλεων – κρατών. Είναι γνωστό ότι το 330 π.χ. ο Θαλής ο Μιλήσιος είχε προβλέψει την σοδειά ελαιόκαρπου στην περιοχή της Μίλητου το επόμενο φθινόπωρο ενώ συμφώνησε για όλη τη διάρκεια της συγκομιδής να χρησιμοποιήσει τα

---

<sup>1</sup> Capitalism with Derivatives. A Political Economy of Financial Derivatives, Capital and Class, D. Bryan & M. Rafferty, Palgrave-MacMillan 2006

ελαιοτριβεία της περιοχής πληρώνοντας ένα μικρό ποσό εκ των προτέρων ως δικαίωμα χρήσης (option). Πράγματι κατά την συγκομιδή η ζήτηση ελαιοτριβείων ήταν μεγάλη, ο Θαλής τα υπενοίκιασε σε πολύ υψηλές τιμές και με αυτό τον τρόπο κατάφερε να αποκομίσει κέρδος<sup>1</sup>.

Τα παράγωγα πρωτοεμφανίστηκαν σε οργανωμένες αγορές στην Ιαπωνία με την άνθιση των συμβολαίων ρυζιού τον 16<sup>ο</sup> αιώνα και αντίστοιχα στην Ολλανδία το 17<sup>ο</sup> αιώνα όπου οι παραγωγοί τουλίπας προσπαθούσαν να διασφαλίσουν τον κίνδυνο μειωμένης παραγωγής. Χρειάστηκαν χρονιά και αρκετές προσπάθειες διασφάλισης του κινδύνου ώστε τον Απρίλιο του 1973 η αγορά να ομαλοποιηθεί όταν λειτούργησε το πρώτο οργανωμένο χρηματιστήριο παραγωγών το CBOE-Chicago Board of Trades και έπειτα το Chicago Mercantile Exchange με την καθιέρωση κανόνων και την εξάλειψη του κινδύνου ασυνέπειας από την πλευρά των επενδυτών<sup>2</sup>. Ακολούθησε το New York Stock Exchange, το American Stock Exchange, καθώς και τα χρηματιστήρια του Montreal, και του Tokyo. Τα περισσότερα από τα υπόλοιπα χρηματιστήρια παραγωγών ιδρύθηκαν τις δεκαετίες του '80 και του '90. Τα τελευταία 15 χρόνια οι αγορές παραγωγών εξαπλωθήκαν, ξεκινώντας από την Αμερική, γρηγορά εδραιωθήκαν και στην Ευρώπη. Το 1983 εμφανίστηκε το πρώτο παραγωγό πάνω σε δείκτες ενώ ακολουθήσαν παράγωγα πάνω σε ομόλογα, νομίσματα και επιτόκια.

Το άνοιγμα της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας στην Ευρώπη ξεκίνησε με την κοινοτική οδηγία 96/92 που επιβλήθηκε στις 19 Φεβρουάριου 1999. Η οδηγία αυτή κατέστησε προφανή τη δυσκολία δημιουργίας μιας συμπαγούς ενιαίας αγοράς με μια ενιαία τιμή. Η ποικιλία του παραγωγικού δυναμικού μεταξύ των χωρών μελών και η κατάσταση στις διασυνδέσεις, οδήγησε σε περιφερειακές αγορές με συμφορήσεις των διασυνοριακών δικτύων. Η αλλαγή αυτή στον τρόπο λειτουργίας της αγοράς έφερε στο προσκήνιο καινούργια φαινόμενα, νέες καταστάσεις, νέους κινδύνους και έκανε επιτακτική την ανάγκη για την εύρεση εργαλείων που θα βοηθούσαν στη μελέτη αυτών. Πολλά από αυτά τα νέα θέματα προήλθαν από την έλλειψη εμπειρίας σε μια τέτοια καινοτομία, ενώ κάποια άλλα ήταν αναπόφευκτα λόγω των προτεινομένων δομών. Η αγορά ηλεκτρικής ενέργειας είναι μια νέα αγορά, είναι πιο τολμηρή απ' ότι οι παραδοσιακές κεφαλαιαγορές. Οι παράγοντες που επηρεάζουν προς τα εμπρός τις τιμές ενέργειας είναι πιο περίπλοκοι απ' αυτούς που οδηγούν τις κεφαλαιαγορές. Η εμπορία ηλεκτρικής ενέργειας είναι

---

<sup>1</sup> Αριστοτέλης, έργο: «Πολιτικά», Βιβλίο 1, κεφ.11

<sup>2</sup> Παναγιώτης Αλεξιάκης, Τα Παράγωγα Προϊόντα & η Ελληνική Χρηματιστηριακή Αγορά Παραγωγών, Εκδόσεις "ΕΛΛΗΝ", 2005

σχετική με κάποιους ανεξάρτητους φυσικούς παράγοντες: εγκαταστάσεις παραγωγής, χωρητικότητα των γραμμών, καύσιμα (γαιάνθρακας - λιγνίτης, φυσικό αέριο, πετρέλαιο, πυρηνική και υδροηλεκτρική ενέργεια) και ο καιρός.

Επειδή η ηλεκτρική ενέργεια δεν αποθηκεύεται με την κλασική έννοια, δεν είναι δυνατόν να επωφεληθούμε απ' τις ευκαιρίες της εξισορροπητικής κερδοσκοπίας (arbitrage) χωρίς να λαμβάνουμε υπ' όψη τους φυσικούς παράγοντες<sup>1</sup>

Στην αγορά της ηλεκτρικής ενέργειας είναι προφανής η ανάγκη για παράγωγα, τόσο από την εταιρική απαίτηση για ενεργειακά προϊόντα όσο και από την ανάγκη για επαρκή αντιστάθμιση. Τα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης παραλληλίζουν σε μεγάλο βαθμό τις εμπορικές δραστηριότητες της συνολικής αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας και παρέχουν αποδεδειγμένα οφέλη στους μετόχους της τρέχουσας αγοράς. Τα συμβόλαια παρέχουν στους μετόχους περισσότερες ευκαιρίες για αντιστάθμιση εναντίων του κινδύνου δυσμενών διακυμάνσεων των τιμών. Ακόμα, αυξάνουν γενικά τη ρευστότητα της αγοράς, ενεργοποιώντας ακόμη και ομάδες που δεν έχουν ενδιαφέρον αντιστάθμισης εναντίων οποιασδήποτε διάθεσης, ή εκτιμώντας το ρίσκο των αλλαγών στην τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας. Τα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης παρέχουν ανταγωνιστικές τιμές για 6 αγοραστικές συνδιαλλαγές.

Μέχρι το δεκαετία του 1980 η ηλεκτρική ενέργεια θεωρήθηκε ως μια δημόσια υπηρεσία, ένα δημόσιο αγαθό, ένα φυσικό μονοπώλιο. Στα μέσα της δεκαετίας του 80 η διατήρηση της ηλεκτρικής ενέργειας στο δημόσιο τομέα έχει τεθεί υπό σοβαρή αμφισβήτηση και έγινε προσπάθεια μεταβίβασης της στον ιδιωτικό τομέα. Μέσα στη δεκαετία του '90 η αγορά βελτιώθηκε σημαντικά. Από ένα μονοπωλιακό και συμπαγή ενεργειακό χώρο, περάσαμε σε ένα πλήρως ανταγωνιστικό και ελαστικό χώρο του οποίου ο αντίκτυπος αρχίζει να γίνεται αντιληπτός τόσο στον βιοτικό επίπεδο του καταναλωτή όσο και στην οικονομία της κάθε χώρας. Η κεντρική ιδέα της νέας, απελευθερωμένης αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας είναι η διάκριση των υπηρεσιών που συνδέονται με το αγαθό της ηλεκτρικής ενέργειας (παραγωγή, μεταφορά, διανομή, βοηθητικές υπηρεσίες). Σε μια απελευθερωμένη αγορά η τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας είναι εκτεταμένη σε διάφορες αγοραστικές τάσεις και παρουσιάζει αστάθεια σε σχέση με άλλα εμπορεύσιμα προϊόντα. Η αιτία είναι η υψηλή μεταβλητότητα και η αβεβαιότητα των παραγόντων που καθορίζουν την ζήτηση και την προσφορά (δυνατότητα διαθεσιμότητας στην παραγωγή και μετάδοση, εισροές νερού και νέες εισαγωγές μακροπρόθεσμα).

---

<sup>1</sup> Γ. Καραθανάσης. Χρηματοοικονομική Διοίκηση και Χρηματιστηριακές Αγορές. Εκδόσεις Μπένου, Αθήνα 2002.

### 3.2. Παράγωγα χρηματοοικονομικά προϊόντα

Ο όρος παράγωγο χρηματοοικονομικό προϊόν δηλώνει ότι η δημιουργία, η λειτουργία και η εφαρμογή του εξαρτάται από την ύπαρξη κάποιων άλλων βασικών προϊόντων ή υποκείμενων τίτλων (underlying assets) ή υποκείμενων στοιχείων ενεργητικού. Αυτός ο υποκείμενος τίτλος ή στοιχείο θα μπορούσε να είναι οποιαδήποτε οικονομική ασφάλεια, όπως μια εμπορική μετοχή σε μια εταιρεία, ή σε ένα εταιρικό ή κρατικό ομόλογο, δείκτες μετοχών, εμπορευμάτων, επιτοκίων κλπ. Δεδομένου ότι πολλές από τις αγορές χρηματοπιστωτικών αγορών επεκτείνονται για αγορές που περιλαμβάνουν αγαθά (αγροτικά προϊόντα όπως το σιτάρι ή το καφέ ή τα μέταλλα και τα ενεργειακά αγαθά όπως το πετρέλαιο κ.λπ.), τα αγαθά αυτά μπορούν επίσης, να αποτελέσουν υποκείμενα στοιχεία ενεργητικού για ένα παράγωγο.

Από τη μαθηματική πλευρά, ένα παράγωγο ορίζεται ως οποιαδήποτε πράξη ή σύμβαση που δίνει στον ιδιοκτήτη του, κάποια στιγμή στο μέλλον, μια πληρωμή που εξαρτάται από κάποια άλλη στοιχείο ενεργητικού, και η θεωρία που αναπτύσσεται στη συνέχεια έχει αυτήν την προσέγγιση. Πρόκειται για συμβόλαια των οποίων η τιμή παράγεται (derives) από την αξία άλλων βασικών υποκείμενων τίτλων και οποιαδήποτε μεταβολή ή εξέλιξη υφίσταται την αξία των υποκείμενων τίτλων μεταβάλλει και την τιμή των παράγωγων προϊόντων. Τα παράγωγα προϊόντα μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε εκείνα που τίθενται προς διαπραγμάτευση σε οργανωμένες αγορές που διέπονται από την δική τους νομοθεσία-μηχανισμούς που εγγυώνται την εκπλήρωση των υποχρεώσεών τους και σε εκείνες που αποτελούν ιδιωτικές συμφωνίες μεταξύ δύο ή περισσότερων μερών εκτός της οργανωμένης αγοράς – εξωχρηματιστηριακά - και είναι γνωστά ως Over The Counter (OTC), δηλαδή δεν προσφέρονται για διαπραγμάτευση. Συνήθως η μία πλευρά σε συμφωνίες OTC είναι μια επενδυτική τράπεζα και η άλλη είναι ένας πελάτης της, όπως ένας διαχειριστής ταμείου (Fund manager) ή ένας διαχειριστής χαρτοφυλακίου μιας μεγάλης επιχείρησης. Τυποποιημένα παράγωγα ολοένα διαπραγματεύονται στα χρηματιστήρια σε ολόκληρο τον κόσμο σε μεγάλες ποσότητες. Ο αριθμός των παραγώγων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν εξαρτάται από την ύπαρξη παράγωγων αγορών και αντίστοιχα την προσφορά και ζήτηση. Τα πλέον συνήθη χρηματοοικονομικά παράγωγα είναι:

- Τα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης (Futures)
- Τα δικαιώματα προαίρεσης (Options)
- Τα προθεσμιακά συμβόλαια (Forwards)
- Οι ανταλλαγές απαιτήσεων (Swaps)

Διεθνώς, τα πιο δημοφιλή παράγωγα προϊόντα που διαπραγματεύονται σε οργανωμένη χρηματιστηριακή αγορά και οι επενδυτές έχουν τη δυνατότητα να πραγματοποιήσουν συναλλαγές είναι τα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης και τα δικαιώματα προαίρεσης επί μετοχών και



επί δεικτών, σε αντίθεση με τα προθεσμιακά συμβόλαια και τις ανταλλαγές απαιτήσεων που διαπραγματεύονται σε μη οργανωμένες αγορές.

### 3.2.1. Παράγωγα χρηματοοικονομικά προϊόντα στην αγορά της ηλεκτρικής ενέργειας

Υπάρχουν διάφορα χρηματοπιστωτικά / φυσικά προϊόντα ηλεκτρικής ενέργειας που διαπραγματεύονται στα χρηματιστήρια ή εξωχρηματιστηριακά, ωστόσο τα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης (futures) και τα προθεσμιακά συμβόλαια (forwards) της ηλεκτρικής ενέργειας είναι τα κύρια παράγωγα που χρησιμοποιούνται για τη διαχείριση του κινδύνου των τιμών της ηλεκτρικής ενέργειας. Παρότι στις χρηματαγορές τα προθεσμιακά συμβόλαια και τα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης είναι αυστηρώς χωρισμένα, πρέπει να σημειωθεί ότι στη βιβλιογραφία και τα δύο αυτά προϊόντα δεν διαφέρουν πολύ μεταξύ τους. Ωστόσο, η κύρια διαφορά μεταξύ των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης και των προθεσμιακών συμβολαίων ηλεκτρικής ενέργειας είναι η ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας που πρόκειται να παραδοθεί, καθώς η ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας που πρόκειται να παραδοθεί σε συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης είναι κατά κανόνα σημαντικά χαμηλότερη από ό,τι στις προθεσμιακές συμβάσεις. Μια άλλη πολύ σημαντική διαφορά μεταξύ τους είναι ότι τα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης ηλεκτρικής ενέργειας διαπραγματεύονται μόνο σε ενεργειακά χρηματιστήρια, ενώ οι προθεσμιακές αγορές ηλεκτρικής ενέργειας διαπραγματεύονται σε εξωχρηματιστηριακές αγορές. Για το λόγο αυτό, τα συμβόλαια ηλεκτρικής ενέργειας χρησιμοποιούνται περισσότερο για την ανάλυση της έρευνας, επειδή οι τιμές συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης είναι πιο διαφανείς. Τα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης ηλεκτρικής ενέργειας σημαίνουν την υποχρέωση αγοράς / πώλησης μιας καθορισμένης ποσότητας ηλεκτρικής ενέργειας σε προκαθορισμένη τιμή, η οποία ονομάζεται προθεσμιακή τιμή (future price), σε δεδομένη χρονική στιγμή στο μέλλον (αποκαλούμενη διάρκεια λήξης ή λήξη - maturity)<sup>1</sup>. Υπάρχουν ορισμένα χαρακτηριστικά των προθεσμιακών συμβολαίων ηλεκτρικής ενέργειας, τα οποία είναι διαφορετικά μεταξύ τους. Έτσι με βάση την περίοδο παράδοσης διακρίνονται σε:

- Ημερήσια (Day Ahead future)
- Εβδομαδιαία (Weekly future)
- Μηνιαία (Monthly future)
- Τρίμηνα (Quarter future)
- Ετήσια (Yearly future)

---

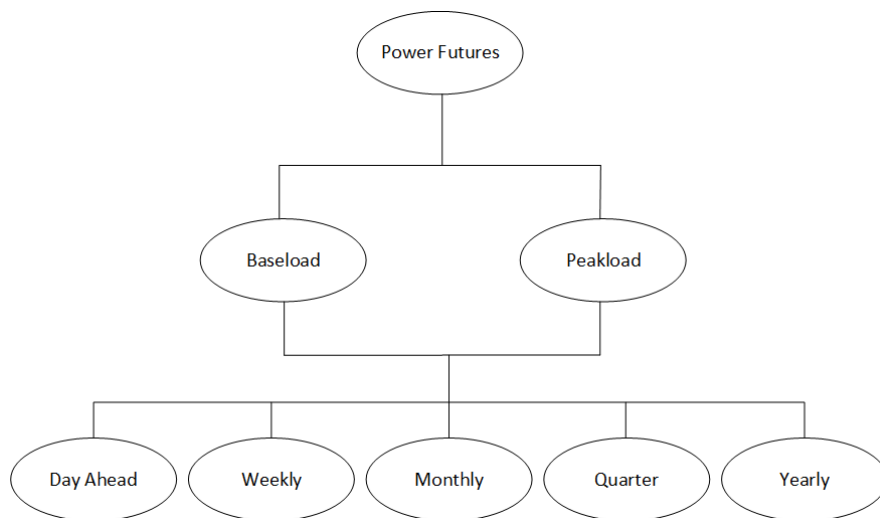
<sup>1</sup> Πρέπει εδώ να τονιστεί ότι η υποχρέωση παράδοσης ή παραλαβής ενέργειας γεννάται μεταξύ του εντολοδόχου και του χρηματιστηρίου και όχι μεταξύ των αντισυμβαλλομένων

Επίσης, τα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης διαφέρουν ανάλογα με την περίοδο παράδοσης κατά τη διάρκεια μιας ημέρας ταξινομώντας τα σε:

- Συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης όλες της ώρες της ημέρας (Baseload future)
- Συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης της ώρες αιχμής της ημέρας (Peakload future)

Ένα άλλο σημαντικό στοιχείο των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης στην αγορά της ηλεκτρικής ενέργειας είναι ότι μπορούν να διακανονίζονται μόνο με οικονομικές πληρωμές και όχι με φυσική παράδοση.

Τα συμβόλαια ηλεκτρικής ενέργειας διαφέρουν από τα συνηθισμένα χρηματοοικονομικά συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης, διότι η κατάσταση μη αρμπιτράζ αυξάνεται από τη μη δυνατότητα αποθήκευσης της ηλεκτρικής ενέργειας. Οι συμμετέχοντες δηλαδή στην αγορά συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης ηλεκτρικής ενέργειας δεν μπορούν να καταστήσουν το χαρτοφυλάκιό τους ουδέτερο με την εμπορία αυτών των παραγώγων και τη διατήρηση μιας θέσης στο υποκείμενο εμπόρευμα για το χρονικό διάστημα έως την παράδοση.



Εικόνα 3.1: Κατηγορίες συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης ηλεκτρικής ενέργειας

### 3.3. Χρήση και σημασία των παραγώγων

Η συμβολή των παραγώγων στην αποτελεσματικότητα της αγοράς προσδιορίζεται από θετικά και αρνητικά αποτελέσματα. Τα παράγωγα αν χρησιμοποιούνται σωστά, μπορούν να αποτελέσουν πολύτιμη βοήθεια για ιδιώτες και θεσμικούς επενδυτές στην προσπάθειά τους να «επιβιώσουν» σε νευρικές ή πτωτικές περιόδους. Σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να συνδεθούν τα παράγωγα με την πτώση της αγοράς. Οι αποδόσεις των παραγώγων είναι ίδια είτε η αγορά είναι πτωτική, είτε είναι ανοδική. Σημειώνεται ότι τα παράγωγα χρηματοοικονομικά προϊόντα προσφέρουν αρκετές ευκαιρίες στο επενδυτικό κοινό και με τη χρήση αυτών επιτυγχάνεται ο περιορισμός του πιστωτικού κινδύνου ή ακόμα και η εξάλειψή του καθώς και η δημιουργία κέρδους από την εκμετάλλευση ευκαιριών. Οι συμμετέχοντες στην αγορά των παραγώγων, ανάλογα με τον τρόπο

λειτουργίας τους, πρέπει να έχουν πλήρη γνώση των κανόνων λειτουργίας τους και των λόγων για τους οποίους δημιουργήθηκαν. Διαφορετικά, ελλοχεύει συνεχώς ο κίνδυνος που μπορεί να προκαλέσει σημαντικές απώλειες και να ανατρέψει τους αρχικούς στόχους της επένδυσης για αυτό και να καταστεί αναγκαία η αναζήτηση βοηθητικών μέσων - εργαλείων για τη διαχείριση του κινδύνου. Συγκεκριμένα, τα παράγωγα προϊόντα χρησιμοποιούνται από τους επενδυτές για την επίτευξη των παρακάτω οικονομικών στόχων:

- Αντιστάθμιση Κινδύνου και Αβεβαιότητας (hedging)

Είναι η διαδικασία που ακολουθεί ένας αντισταθμιστής (hedger) για να μειώσει ή να εξαλείψει τον κίνδυνο που αντιμετωπίζει από τη σταδιακή θετική ή αρνητική θέση στην τρέχουσα αγορά. Έτσι, ένας επενδυτής επιθυμεί να περιορίσει τον κίνδυνο μείωσης της αξίας του χαρτοφυλακίου που συνδέεται με την αβεβαιότητα, παίρνει μια θέση αντιστάθμισης που θα δημιουργεί αντίθετα αποτελέσματα στην αγορά των παραγώγων του εν λόγω κινδύνου.

- Κερδοσκοπία (speculation)

Οι διαπραγματευτές-επενδυτές βασιζόμενοι στις εκτιμήσεις των προσδοκιών τους για τη μελλοντική πορεία της αγοράς τόσο σε σχέση με την τιμή του υποκείμενου όσο και με την αβεβαιότητα, δημιουργούν κερδοσκοπικές θέσεις προσπαθώντας να επωφεληθούν από τις ευκαιρίες κέρδους (δηλ. να επωφεληθούν από τις διακυμάνσεις των τιμών). Η κερδοσκοπία είναι απαραίτητη σε όλες τις αγορές, καθώς διευκολύνει τη μεταβίβαση του κινδύνου σε μια ελεύθερη οικονομία και δίνει τη δυνατότητα στους επενδυτές να παίρνουν απλές ή σύνθετες θέσεις σε παράγωγα προϊόντα (μεταφράζοντας έτσι τις προβλέψεις τους) με ανάληψη των κινδύνων στα οποία εκτίθενται.

- Εξισορροπητική κερδοσκοπία χωρίς κίνδυνο (arbitrage)

Είναι η επενδυτική ευκαιρία να πραγματοποιηθούν κέρδη χωρίς κίνδυνο (arbitrage) από τους εξισορροπητικούς κερδοσκόπους (arbitrageurs), εκμεταλλεόμενοι βραχυπρόθεσμες ανισορροπίες στις τιμές αγοράς, δηλαδή τυχόν διαφορές στις τιμές της ίδιας χρηματοοικονομικής αξίας που διαπραγματεύονται σε δύο διαφορετικές αγορές. Οι δύο arbitrageurs θα έχουν πάντα δύο θέσεις αντίθετες μεταξύ τους όπου η μία θα καλύπτει την άλλη (χαμηλή αγορά και υψηλή πώληση). Η εξισορροπητική κερδοσκοπία απαιτεί γρήγορες κινήσεις, γι' αυτό και μπορεί να επιτευχθεί από ορισμένους συμμετέχοντες στην αγορά και κυρίως από εκείνους που έχουν άμεση πρόσβαση στα συστήματα συναλλαγών και καλή γνώση της αγοράς.

### 3.4. Συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης στην αγορά της ηλεκτρικής ενέργειας (Power Futures)

Τα Συμβόλαια Μελλοντικής Εκπλήρωσης (ΣΜΕ ή Futures) είναι δεσμευτικές συμφωνίες μεταξύ δύο μερών για την αγορά ή την πώληση ενός υποκείμενου τίτλου σε καθορισμένη ποσότητα και ημερομηνία στο μέλλον, που ονομάζεται χρόνος παράδοσης και σε μια τιμή καθοριζόμενη εκ των προτέρων, την προθεσμιακή τιμή.

Ένα συμβόλαιο μελλοντικής εκπλήρωσης στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας δημιουργεί την υποχρέωση στον αγοραστή να παραλάβει το υποκείμενο αγαθό κατά την ημερομηνία παράδοσης, ομοίως υποχρεώνει τον πωλητή να παραδώσει το υποκείμενο αγαθό σε αυτή την ημερομηνία και σε προκαθορισμένη τιμή. Τα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης στην οργανωμένη αγορά ενέργειας δηλαδή δεν γεννούν υποχρέωση στον αντισυμβαλλόμενο φυσικής παράδοσης παρά μονό οικονομικής φύσεως δεσμεύσεις<sup>1</sup>. Οι υποκείμενες αξίες των εν λόγω προϊόντων είναι η spot αγορά του ηλεκτρισμού.

Η πλέον βασική προϋπόθεση για την τήρηση των συμφωνηθέντων είναι η κατάθεση ενός ποσού από κάθε αντισυμβαλλόμενο που λέγεται περιθώριο ασφάλισης (margin), διακανονίζεται σε ημερήσια βάση και αναπροσαρμόζεται καθημερινά με βάση τις τιμές που ισχύουν στην ισχύουσα αγορά (market to market) δηλαδή πρόκειται για μια διαδικασία καθημερινής εκτίμησης της θέσης και την καθημερινή εκκαθάριση της κερδοφορίας ή της ζημίας.

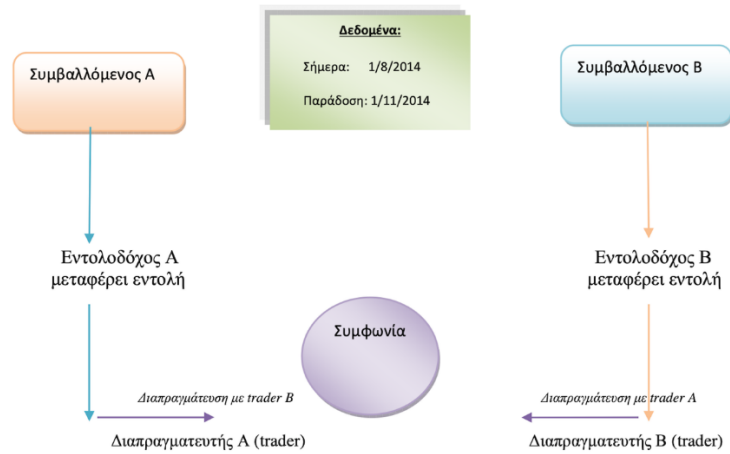
Ο αντισυμβαλλόμενος σε κάθε συναλλαγή και με κάθε αντισυμβαλλόμενο είναι το Γραφείο Εκκαθάρισης Συναλλαγών του Χρηματιστηρίου των παραγωγών, περιορίζοντας έτσι τον πιστωτικό κίνδυνο, αφού οι συμμετέχοντες σ' ένα συμβόλαιο δεν έρχονται σε άμεση επικοινωνία και διαπραγμάτευση και συνεπώς δεν έχει γνώση και ευθύνη ο ένας για την φερεγγυότητα του άλλου<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Η αυτή ιδιαιτερότητα των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης στην αγορά της ηλεκτρικής ενέργειας δεν γεννά ζητήματα χειραγώγησης της spot αγοράς, καθότι η αξίωση της φυσικής παράδοσης από την οργανωμένη αγορά και κατ' επέκταση από την spot αγορά και όχι μεταξύ των αντισυμβαλλομένων δικαιολογείται επαρκώς (η προσφορά πρέπει να ανταποκρίνεται στην ανάλογη ζήτηση και καθότι η ενέργεια δεν δύναται να αποθηκευτεί ο ασκών του δικαιώματος φυσικής μεταφοράς εξασφαλίζει την προέλευση ή την κατεύθυνση των ποσοτήτων που ούτος ή άλλος θα αναζητούσε από την αγορά, σε αντίθετη περίπτωση η αξίωση του θεωρείται άκυρη) αλλά και στο σωστό χρόνο (αξίωση δύο μέρες πριν από την έναρξη της παράδοσης).

<sup>2</sup> Παναγιώτης Αλεξιάκης, «Τα παράγωγα προϊόντα και η ελληνική χρηματιστηριακή αγορά παραγωγών» Εκδόσεις Έλλην, Αθήνα 2005

Μια από τις πιο γνωστές αγορές ηλεκτρικής ενέργειας στην Ευρώπη είναι το EEX με έδρα την Λειψία της Γερμανίας. Στο χρηματιστήριο αυτό η δύναμη της ζήτησης και της προσφοράς συναντιούνται σε μία ελεύθερη αγορά όπου οι τιμές ορίζονται από τους συναλλασσόμενους και είναι διαθέσιμες σε ολόκληρη την κοινότητα.



Εικόνα 3.2: Διαδικασία συμφωνίας συμβολαίου μελλοντικής εκπλήρωσης

### 3.4.1. Χρήση των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης στην αγορά της ηλεκτρικής ενέργειας

Ο πρωταρχικός στόχος των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης και των λοιπών χρηματοοικονομικών παραγώγων είναι ο περιορισμός ή η εξουδετέρωση των κινδύνων που δημιουργούν οι συναλλαγές με το ελάχιστο δυνατό κόστος για την προστασία των επενδύσεων και των επιχειρηματικών αναγκών ή ακόμη για την μετατροπή των προσδοκώμενων τάσεων της αγοράς σε κερδοσκοπικές στρατηγικές.

Οι υποκείμενοι τίτλοι συμβολαίων προς παράδοση είναι εκτεθειμένοι στους κινδύνους της αγοράς και με την άνοιξη μιας θέσης αγοράς ή πώλησης διασφαλίζονται οι τιμές τους, συμβάλλοντας έτσι στην αποτελεσματικότητα της αγοράς.

## 3.5. Θέσεις σε συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης

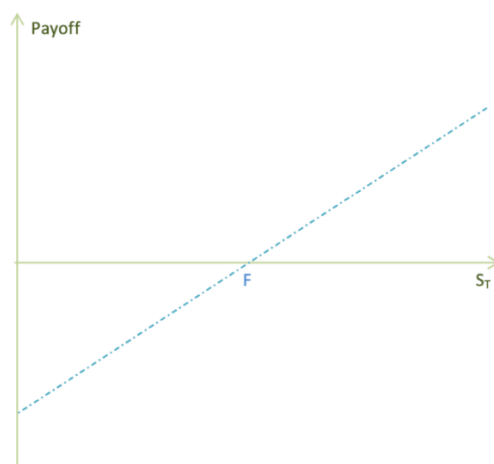
### 3.5.1. Θέση αγοραστή (Long)

Σε περίπτωση αγοράς συμβολαίου Μελλοντικής Εκπλήρωσης ο αγοραστής εκτιμά με βάση τις προσδοκίες ότι η προθεσμιακή τιμή του υποκείμενου τίτλου ή του προϊόντος θα κινηθεί προς τα πάνω και αγοράζει σήμερα (δέχεται την παράδοση) από την τρέχουσα αγορά των παραγώγων σε κάποια μελλοντική ημερομηνία σε μια συγκεκριμένη τιμή. Σε περίπτωση που η τιμή του συμβολαίου αυξηθεί τότε ο αγοραστής θα επιτύχει κέρδος.

Η μεγιστοποίηση της κερδοφορίας για τη θέση αγοραστή (long in futures) ξεχωρίζει καθώς η τιμή αυξάνεται, δηλαδή ορίζεται ως η διαφορά μεταξύ της τρέχουσας τιμής και της τιμής που

συμφωνήθηκε στο συμβόλαιο. Όσο πιο μικρή είναι η τιμή που αγοράζει και όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή που έχει ο υποκείμενος τίτλος στην τρέχουσα αγορά τόσο μεγαλύτερη κέρδος έχει. Τα κέρδη και οι ζημιές αντιπροσωπεύουν ένα παιχνίδι με μηδενικό άθροισμα, το οποίο σημαίνει ότι για κάθε ποσό που κερδίζει ο ένας από τους αντισυμβαλλόμενους, ο άλλος πρέπει να το χάσει.

Σημειώνεται ότι ο επενδυτής ενός συμβολαίου μελλοντικής εκπλήρωσης έχει τη δυνατότητα να το αφήσει να εκπνεύσει συνεπώς αν έχει θέσει αγοράς να αγοράσει το υποκείμενο προϊόν. Το κλείσιμο μιας θέσης γίνεται απλά αναλαμβάνοντας μια αντίθετη θέση στο ίδιο συμβόλαιο και οι μη κλειστές θέσεις ονομάζονται «ανοικτές θέσεις». Ωστόσο στα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης αν ο αγοραστής δεν ζητήσει φυσική μεταφορά τότε η εκτέλεση του συμβολαίου γίνεται μόνο οικονομικά σύμφωνα με το ακόλουθο διάγραμμα:



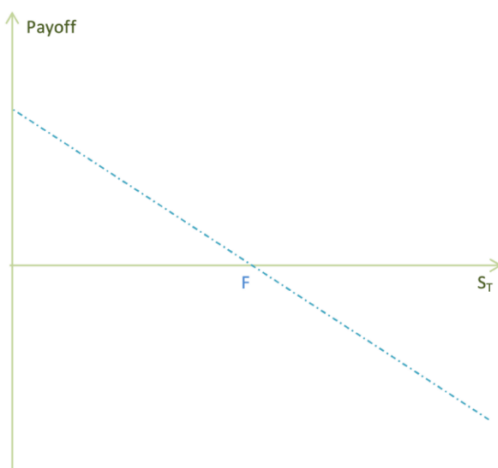
Εικόνα 3.3: Θέση αγοράς σε συμβόλαιο μελλοντικής εκπλήρωσης

### 3.5.2. Θέση πωλητή (Short)

Στην λήψη της θέσης πώλησης σε συμβόλαιο μελλοντικής εκπλήρωσης, ο πωλητής αναμένει μείωση της προθεσμιακής τιμής του υποκείμενου τίτλου ή προϊόντος προκειμένου να προστατευθεί από αυτή την πτώση παραδίδει το προϊόν, το πουλάει δηλαδή σε κάποια μελλοντική ημερομηνία σε μια συγκεκριμένη τιμή.

Σε περίπτωση που η τιμή του συμβολαίου μειωθεί τότε ο πωλητής θα επιτύχει κέρδος που ισούται με τη διαφορά μεταξύ της τιμής του συμβολαίου και της τρέχουσας τιμής του υποκείμενου τίτλου ή προϊόντος. Συνήθως η θέση πώλησης χρησιμοποιείται για την αντιστάθμιση των κινδύνων και το μέγιστο κέρδος είναι περιορισμένο, σε αντίθεση με τη μέγιστη ζημία που είναι απεριόριστη καθώς δεν υπάρχει όριο στις μεταβολές της τιμής του υποκείμενου τίτλου ή προϊόντος. Και σε αυτή την περίπτωση εάν ο επενδυτής επιλέξει να κλείσει τη θέση του πριν από τη λήξη του οποίου μπορεί να το πραγματοποιήσει με μια αντίθετη συναλλαγή ίσου αριθμού συμβολαίων. Το νεκρό σημείο (break-even point) ισούται με την τιμή αγοράς του Συμβολαίου Μελλοντικής Εκπλήρωσης σε δύο θέσεις. Ωστόσο στα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης αν ο πωλητής δεν ζητήσει

φυσική μεταφορά τότε η εκτέλεση του συμβολαίου γίνεται μόνο οικονομικά σύμφωνα με το ακόλουθο διάγραμμα:



Εικόνα 3.4: Θέση πώλησης σε συμβόλαιο μελλοντικής εκπλήρωσης

### 3.6. Βασικά χαρακτηριστικά συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης

Τα συμβόλαια Μελλοντικής Εκπλήρωσης διαπραγματεύονται καθημερινά στο χρηματιστήριο παραγώγων επομένως διαπραγματεύονται μόνο ως προς την τιμή τους και παρουσιάζουν ορισμένα τυποποιημένα χαρακτηριστικά όπως αυτά περιγράφονται παρακάτω:

- Υποκείμενος Τίτλος: αποτελεί το αντικείμενο του συμβολαίου και καθορίζει την τιμή του
- Μονάδα Συναλλαγής: το μέγεθος / ποσό της σύμβασης
- Μήνας συμβολαίου: αναφέρεται στην ημερομηνία λήξης του συμβολαίου δηλαδή το μήνα παραδόσεώς του.
- Καθορισμός της τιμής: ο τρόπος που εκφράζεται η τιμή του συμβολαίου όταν αυτό συναλλάσσεται. οι προθεσμιακές τιμές εκφράζονται και στις υποδιαιρέσεις αυτού όπως για παράδειγμα σε ευρώ και cents ή σε άλλα μεγέθη όπως ποσοστό επί επιτοκίων ή μονάδων στους δείκτες.
- Ελάχιστη διακύμανση της τιμής: ανάλογα με το υποκείμενο προϊόν είναι η μεταβολή της τιμής του συμβολαίου (αύξηση ή μείωση) και αποσαφηνίζεται η επίδραση που έχει αυτή η μεταβολή στο συμβόλαιο. Δηλαδή είναι η ελάχιστη η απαιτούμενη διακύμανση που πρέπει να εμφανίζεται η αξία του συμβολαίου, ώστε να γίνει διαπραγμάτευση. Η ελάχιστη μεταβολή της τιμής γνωστής ως tick εξυπηρετεί την ομαλή λειτουργία της αγοράς.
- Όρια θέσης: είναι το μέγιστο επιτρεπόμενο όριο αγοράς ή κατοχής συμβολαίων (position limit). Στόχος του είναι μέτρο η προστασία του επενδυτή από την αδυναμία εκπλήρωσης υποχρεώσεων και ταυτόχρονα η προστασία της αγοράς από τη χειραγώγηση.

- Ημερήσιο όριο τιμής: είναι η μέγιστη επιτρεπόμενη μεταβολή της τιμής. Δηλαδή η τιμή του κάθε υποκείμενου τίτλου ή προϊόντος δεν επιτρέπεται σε μια ημερήσια συναλλαγή να υπερβαίνει ένα ποσοστό (limit up) και ταυτόχρονα δεν μπορεί να μειωθεί πέρα από ένα ποσοστό (limit down).
- Τελευταία ημέρα συναλλαγών: Είναι η τελευταία μέρα πριν την τελική παράδοση όπου μπορούν να πραγματοποιηθούν συναλλαγές σε συμβόλαια ενός συγκεκριμένου μήνα (last day trading).
- Τελευταία ημέρα εκκαθάρισης: Είναι η τελευταία ημέρα ή εκκαθάρισης (settlement date) των συμβολαίων σε χρηματικούς όρους ή με φυσική παράδοση. Μία ή δύο ημέρες πριν από την εκκαθάριση της σύμβασης παύει να διαπραγματεύεται στην αγορά.
- Ημερήσια τιμή εκκαθάρισης: διαμορφώνεται κατά την διαπραγμάτευση του συμβολαίου στην αγορά (daily settlement value) και χρησιμοποιείται καθημερινά για την εκτίμηση της κάθε θέσης.
- Τελική τιμή εκκαθάρισης: την ημέρα λήξης του συμβολαίου διαμορφώνεται η τιμή του υποκείμενου τίτλου ως τιμή εκκαθάρισης (settlement value).
- Ώρες συναλλαγών: αποδίδονται οι ώρες κατά τις οποίες πραγματοποιούνται οι συναλλαγές.

### 3.7. Η αγορά παραγώγων του EEX

Στην αγορά του EEX διαπραγματεύονται συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης στην αγορά της ηλεκτρικής ενέργειας. Τα συμβόλαια αυτά με βάση το χρόνο λήξης, maturity, διακρίνονται σε εβδομαδιαία, μηνιαία, τριμηνιαία και ετήσια. Υπάρχουν όμως και διάφορες επιλογές για καθένα από τα παραπάνω συμβόλαια με ικανοποιητική ρευστότητα τα τελευταία χρόνια. Οι επιλογές αυτές βασίζονται στο χρόνο πριν από την πρώτη μέρα της παράδοσης ως ακολούθως:

- Ετήσια συμβόλαια: Επιλογή διαπραγμάτευσης μέχρι και έξι χρόνια πριν το πρώτο έτος παράδοσης<sup>1</sup>
- Τριμηνιαία συμβόλαια: Επιλογή διαπραγμάτευσης μέχρι και έντεκα τρίμηνα πριν το πρώτο τρίμηνο της παράδοσης<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Σύμφωνα με παλαιότερο κανονισμό μέχρι και τρία χρόνια πριν

<sup>2</sup> Σύμφωνα με παλαιότερο κανονισμό μέχρι και έξι τρίμηνα πριν



- Μηνιαία συμβόλαια: Επιλογή διαπραγμάτευσης μέχρι και εννέα μήνες πριν τον πρώτο μήνα της παράδοσης<sup>1</sup>
- Εβδομαδιαία συμβόλαια: Επιλογή διαπραγμάτευσης μέχρι και τέσσερις εβδομάδες πριν την πρώτη εβδομάδα της παράδοσης<sup>2</sup>

Ο δείκτης Phelix (Δείκτης Φυσικής Ηλεκτρικής Ενέργειας – Physical Electricity Index) είναι ο δείκτης της spot αγοράς (δηλαδή της επόμενης ημέρας – day ahead) του EEX. Ο Phelix αντιπροσωπεύει την ημερήσια μέση τιμή και υπολογίζεται ως απλός μέσος όρος των 24 ωρών τιμών βάσης (base) ή μεταξύ 8 π.μ. και 8 μ.μ. τιμών κορυφής (peak). Ο δείκτης Base Phelix υπολογίζεται για όλες τις 365 ημέρες του έτους. Επίσης ο δείκτης Peak Phelix λογίζεται ως αριθμητικός μέσος όρος των ημερήσιων τιμών κορυφής (ημερήσιες τιμές μεταξύ Δευτέρας και Παρασκευής για τις ώρες 8 π.μ. και 8 μ.μ.).

Η διευθέτηση (settlement) των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε σε μετρητά (cash settlement) είτε σε φυσική παράδοση (physical settlement)<sup>3</sup>, σύμφωνα με τις προδιαγραφές της εκάστοτε σύμβασης. Το κύριο μέρος της ρευστότητας στην προθεσμιακή αγορά ενέργειας παρατηρείται στα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης που διακανονίζονται με μετρητά<sup>4</sup>. Έτσι, λαμβάνουμε υπόψη μόνο αυτά στο εξής. Ο δείκτης Phelix Base και ο δείκτης Phelix Peak είναι το υποκείμενο (underlying) για το base και peak future, αντίστοιχα.

Οι περίοδοι παράδοσης που αποτελούν σήμερα αντικείμενο διαπραγμάτευσης είναι ο πραγματικός μήνας, οι επόμενοι εννέα μήνες, τα επόμενα έντεκα τρίμηνα και τα επόμενα έξι χρόνια. Ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό της αγοράς συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης στην ηλεκτρική ενέργεια είναι η κατανομή των προθεσμιακών συμβολαίων τριμήνου και έτους. Για παράδειγμα, στην περίπτωση προθεσμιακών συμβολαίων τριμήνου, το αρχικό συμβόλαιο αντικαθίσταται μέσω προθεσμιακών συμβολαίων τριών μηνών πριν από την περίοδο παράδοσης. Απ' την άλλη, το ετήσιο συμβόλαιο αντικαθίσταται σε τρία τριμηνιαία και τρία μηνιαία.

---

<sup>1</sup> Σύμφωνα με τον παλαιότερο κανονισμό μέχρι και πέντε μήνες πριν

<sup>2</sup> Σύμφωνα με τον παλαιότερο κανονισμό μέχρι και τρεις εβδομάδες πριν

<sup>3</sup> Η φυσική παράδοση δύναται να γίνει σε μία από τις εξής ζώνες: RWE Transportnetz Storm, EON Netz, Vattenfall Europe Transmission, ENBW Transportnetz, Austrian Power Grid and swissgrid

<sup>4</sup> Φυσική παράδοση στα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης του EEX πραγματοποιούνται στο Γερμανικό Base & Peak Load Future και στο Γαλλικό Base & Peak Load Future. Όσο αναφορά το Cash settlement αυτό πραγματοποιείται στο Base & Peak Phelix Future

### 3.8. Βιβλιογραφία 3<sup>ο</sup> κεφαλαίου

#### 3.8.1. Ελληνική

- ❖ Πέτρος Πρωτοπαπαδάκης, Η Απελευθέρωση της Αγοράς της Ηλεκτρικής Ενέργειας στην Ευρώπη, Διπλωματική εργασία, 2006
- ❖ Κυριακή Λυγκέρη, ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΕΛΕΥΘΕΡΩΜΕΝΩΝ ΑΓΟΡΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΑ ΠΛΑΙΣΙΑ, 2014
- ❖ Μ. Δούμπος. Μαθηματικός Χρηματοοικονομικός Λογισμός. Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά, 2005.
- ❖ Γ. Καραθανάσης. Χρηματοοικονομική Διοίκηση και Χρηματιστηριακές Αγορές. Εκδόσεις Μπένου, Αθήνα, 2002.
- ❖ Κώδικας Διαχείρισης του Συστήματος και Συναλλαγών Ηλεκτρικής Ενέργειας”, ΦΕΚ Β΄ 655/17-05-2005.
- ❖ Κώδικας Συναλλαγών Ηλεκτρικής Ενέργειας, Σχέδιο Β/2,0 – 30, 04, 2013.
- ❖ Κώδικας Συναλλαγών Ηλεκτρικής Ενέργειας, Έκδοση 2,2 – 8, 3, 2013.
- ❖ Ε. Λεκατσάς, «Οικονομική Ανάλυση Ηλεκτρικών Συστημάτων – Προβλήματα Προσαρμογής Εν Όψει της Απελευθέρωσης της Αγοράς Ηλεκτρισμού», Έκδοση ΤΕΕ, Αθήνα 2000.
- ❖ Οδηγία 96/92/ΕΚ, Επίσημη Εφημερίδα ΑΡΙΘ. L 027 της 30/01/1997 σ. 0020 – 0029. Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας, «Έκθεση Πεπραγμένων Ιούλιος 2000 – Δεκέμβριος 2002» και “Έκθεση Πεπραγμένων Ιανουάριος 2003 – Μάρτιος 2004”.
- ❖ Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας, «Έκθεση Πεπραγμένων Ιανουάριος 2003 – Μάρτιος 2004». Παναγιώτης Αλεξάκης, Τα Παράγωγα Προϊόντα & η Ελληνική Χρηματιστηριακή Αγορά Παραγώγων, Εκδόσεις “ΕΛΛΗΝ”, 2005
- ❖ Ελίζα Στασοπούλου, Μηνιαίο Έντυπο Χρηματιστηρίου Αξιών Κύπρου, Τεύχος 160, Μάιος 2010, σελ.6
- ❖ Παναγιώτης Χρ. Αγγελόπουλος, «Εισαγωγή στα Παράγωγα Χρηματοοικονομικά Προϊόντα» Β΄ Έκδοση, Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, Αθήνα 2005

#### 3.8.2. Ξένα

- ❖ Janne Peljo, Futures pricing in the Nordic Electricity Market, Aalto University, 2012
- ❖ Agne Jonkute. Factors Affecting Futures Premium in the German Electricity Futures Market, ISM University of Management and Economics, May 2014
- ❖ Huisman, R., Kilic, M., 2012. Electricity Futures Prices: Indirect Storability, Expectations, and Risk Premiums. Energy Economics, 34, 892-898.
- ❖ Hull, J. C., 2009. Options, Futures and Other Derivatives, 7th Edition. Prentice-Hall Inc., Upper Saddle River, New Jersey.

- ❖ IEA, 2013. International Energy Agency, Nordic Energy Technology Perspectives. IEA publications, Paris.
- ❖ Kaldor, N., 1939. Speculation and Economic Stability. The Review of Economic Studies
- ❖ Kara, M., Syri, S., Lehtilä, A., Helynen, S., and Kekkonen, V., 2008. The impacts of EU CO2 emissions trading on electricity markets and electricity consumers in Finland. Energy Economics, 30, 193-211.
- ❖ Kauppi, O., Liski, M., 2008. An empirical model of imperfect dynamic competition and application to hydroelectricity storage. Unpublished working paper.
- ❖ Krichene, N., 2002. World crude oil and natural gas: a demand and supply model. Energy Economics, Vol. 24, Issue 6, 557-576.



## 4. ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΣΥΜΒΟΛΑΙΩΝ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΚΠΛΗΡΩΣΗΣ ΚΑΙ ΚΙΝΔΥΝΟΣ

### 4.1. Εισαγωγή

Η ανάλυση των τύπων συμβολαίων δεν είναι απλή υπόθεση επειδή, ξεχωριστά, εμφανίζονται τιμές ανά διαστήματα κάτω από διαφορετικές τιμές πληρωμής (payoff structure). Με τη χρήση της Χρηματοοικονομικής Μηχανικής (Financial Engineering) είναι δυνατή η διάσπαση αυτών των συμβολαίων και ο διαχωρισμός τους στα πιο βασικά δομικά τους συστατικά - δηλαδή σε χρηματοοικονομικά δικαιώματα και προθεσμιακές συναλλαγές. Η διαδικασία αυτή της αποσύνθεσης μας επιτρέπει να έρθουμε σε επαφή με κοινές δομές συναλλαγών μέσα σε διαφορετικά χρηματοοικονομικά εργαλεία.

Μια σύμβαση πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας σε σταθερές τιμές μπορεί να αναλυθεί στις ακόλουθες παραμέτρους<sup>1</sup>:

- Παραδοσιακή προθεσμιακή σύμβαση πώλησης (forward agreement) από μια εταιρεία κοινής ωφέλειας ή αγοράς από έναν πελάτη καθορισμένης ποσότητας ηλεκτρικής ενέργειας με σταθερό κόστος
- Ενσωματωμένο στην προθεσμιακή συμφωνία αγοράς (call option) που συνάπτεται από τον πελάτη και επιτρέπει στον πωλητή να ακυρώσει την προθεσμιακή συμφωνία
- Ενσωματωμένο δικαίωμα αγοράς που αγοράζεται από τον πελάτη σε υψηλότερη τιμή άσκησης και επιτρέπει την ακύρωση της διακοπής της συναλλαγής

Το καθαρό πριμ δικαιώματος (net option premium) που καταβάλλεται ή λαμβάνεται θα ενσωματωθεί στη σταθερή προθεσμιακή τιμή. Εάν ένα συμβόλαιο συνάπτεται με τις τιμές της αγοράς κατά τη διάρκεια μιας χρονικής περιόδου τότε οι σταθερές προθεσμιακές τιμές του συμβολαίου υποχρεούνται να είναι διαφορετικές από την αγοραία τιμή ενός συμβατικού συμβολαίου (χωρίς τα όρια διακοπής και ακύρωσης της διακοπής). Η συμφωνημένη τιμή για το

---

<sup>1</sup> Δ. Καινούργιος, Νέα χρηματοοικονομικά εργαλεία, βιομηχανική ανάπτυξη και αποτελεσματικότητα της Ελληνικής Κεφαλαιαγοράς, Διδακτορική διατριβή, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, 2000

συμβόλαιο μπορεί να χαρακτηριστεί και ως τιμή εκτός αγοράς (off market price) που σημαίνει ότι η τιμή είναι μεγαλύτερη ή μικρότερη από την προθεσμιακή τιμή της αγοράς<sup>1</sup>.

Όταν οι τιμές της ηλεκτρικής ενέργειας κυμαίνονται πάνω από το κόστος αγοράς ανά KWh, τότε οι πληρωμές του δικαιώματος διακοπής της συναλλαγής (interpretability option) (το οποίο έχει πωλήσει ο πελάτης στην εταιρεία κοινής ωφέλειας όπως ορίζεται στην προθεσμιακή συμφωνία) οι ζημιές επιβαρύνουν την εταιρεία. Ακυρώνοντας τη συμφωνία εξαλείφεται αυτή η ζημιά αφού η εταιρεία μπορεί να πουλήσει ηλεκτρική ενέργεια στην τιμή της αγοράς. Το συμβόλαιο ενσωματώνει ένα εργαλείο το οποίο πληρώνει στην εταιρεία ένα ποσό όταν η τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας είναι μεγαλύτερη από την αγορά κόστους ανά KWh (τιμή εξάσκησης της διακοπής), αλλά δεν έχει αξία όταν η τιμή είναι μεγαλύτερη από αυτό το επίπεδο. Στη λήξη το δικαίωμα θα έχει αξία αν η τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας είναι μεγαλύτερη από το κόστος αγοράς της μέσω της προθεσμιακής συμφωνίας, διότι η εταιρεία θα έχει την ικανότητα να ακυρώσει την προθεσμιακή συναλλαγή σε τιμή μικρότερη από το κόστος της προθεσμιακής αγοράς, δίνοντας τη δυνατότητα πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας στην αγορά σε υψηλότερη τιμή<sup>2</sup>.

Σε τέτοιες περιπτώσεις, η εταιρεία κοινής ωφέλειας πληρώνει ένα πριμ για το δικαίωμα. Αν αυτή αντιπροσωπεύει την συνολική συναλλαγή, υποθέτουμε ότι η σταθερή τιμή που πληρώνει ο πελάτης ήταν μικρότερη από την αγοραία τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας (χωρίς τη ρήτρα διακοπής της συναλλαγής). Στην περίπτωση που το δικαίωμα ακύρωσης της διακοπής της συναλλαγής, το οποίο αγοράζεται από τον πελάτη σε υψηλότερη τιμή άσκησης, ο τελευταίος πληρώνει ένα πριμ για αυτό το δικαίωμα. Το πριμ αυτό ενσωματώνεται στη σταθερή προθεσμιακή τιμή.

Στην αρχή της συναλλαγής, εάν η εταιρεία κοινής ωφέλειας είναι πληρωτής καθαρού πριμ ή όχι εξαρτάται από το ποιο δικαίωμα έχει μεγαλύτερη αξία - το δικαίωμα αγοράς που επιτρέπει στην εταιρεία να διακόψει την συναλλαγή ή το δικαίωμα αγοράς που επιτρέπει στον πελάτη να παρακάμψει τη ρήτρα της σύμβασης. Αυτό μας εισάγει στο νόημα της λογικής αξίας του συμβολαίου.

---

<sup>1</sup> M. Shahidepour, H. Yamin, Z. Li, Market Operations in Electric Power Systems, John Wiley & Sons Inc., New York, 2002

<sup>2</sup> Δ. Καινούργιος, Νέα χρηματοοικονομικά εργαλεία, βιομηχανική ανάπτυξη και αποτελεσματικότητα της Ελληνικής Κεφαλαιαγοράς, Διδακτορική διατριβή, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, 2000.

Μετά την διαχωρισμό των εργαλείων στα συνθετικά τους μέρη και την κατανόηση των μεταβλητών που είναι απαραίτητες για την αξιολόγηση τους, η εφαρμογή της τιμολογιακής διαδικασίας τους έχει σειρά. Με δεδομένο τη διαφορετικότητα των ενεργειακών αγορών, σε σχέση με τις χρηματαγορές, η δυσκολία στην αποτίμηση των ενεργειακών αγορών οφείλεται στην εξεύρεση / κατασκευή υποδειγμάτων τιμολόγησης και διαχείρισης κινδύνου που μπορούν να ενσωματώσουν τόσο την βραχυπρόθεσμη όσο και τη μακροπρόθεσμη συμπεριφορά των αγορών. Κατά συνέπεια, για την αποτίμηση των προθεσμιών συμβάσεων ηλεκτρικής ενέργειας χρησιμοποιούνται υποδείγματα όπως είναι τα<sup>1</sup>:

- Υπόδειγμα λογαριθμικής-κανονικής τιμής (lognormal price model)
- Υποδείγματα αναστροφής στο μέσο ( mean reverting models)
- Υποδείγματα δύο και τριών παραγόντων (two and three factor models)

ενώ για τα δικαιώματα χρησιμοποιούνται το διωνυμικό και τριωνυμικό υπόδειγμα αποτίμησης (binomial and trinomial option pricing).

#### **4.2. Αποτίμηση στα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης στην ηλεκτρική ενέργεια**

Οι κλασικές προσεγγίσεις στις τιμές συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης (futures) προκύπτουν από τη συνθήκη της “no-arbitrage” αγοράς. Η τιμή ενός future κατά την συνθήκη αυτή προκύπτει από την τρέχουσα άμεση τιμή με την παραδοχή ότι εάν η τιμή συμβολαίου μελλοντικής εκπλήρωσης δεν ισούται με την τρέχουσα άμεση τιμή συν το σχετικό κόστος arbitrage, θα υπάρχουν ευκαιρίες για arbitrage στην αγορά που τελικά θα εξισορροπήσουν την αγορά για να ακολουθήσουν συνθήκες μη αρμπιτράζ. Έτσι, αυτή η μη αρμπιτράζ προσέγγιση για την τιμολόγηση σε τιμές μελλοντικής εκπλήρωσης βασίζεται στην υπόθεση ότι οι αγορές είναι αποτελεσματικές και αν υπάρχουν ευκαιρίες arbitrage, οι arbitrageurs θα εκμεταλλευτούν την εσφαλμένη τιμολόγηση και, συνεπώς, θα ωθήσουν τις τιμές πίσω για να ικανοποιήσουν τις συνθήκες μη αρμπιτράζ.

Ακολουθώντας αυτή την προσέγγιση, μπορούμε να θεωρήσουμε έναν συμμετέχοντα στην αγορά να συνάπτει συμβόλαιο μελλοντικής εκπλήρωσης να πουλάει δηλαδή ένα εμπόρευμα σε

---

<sup>1</sup> J. Lucia, E. Schwartz, Electricity prices and power derivatives: Evidence from the Nordic power exchange, Review of Derivatives Research, 5, 5-50, 2002

προκαθορισμένη τιμή σε προκαθορισμένο χρόνο στο μέλλον για να αντισταθμίσει την έκθεσή του έναντι της αστάθειας των τιμών του υποκείμενου εμπορεύματος (της τιμής της ηλεκτρικής ενέργειας). Εναλλακτικά, ο συμμετέχων στην αγορά μπορεί να αγοράσει το εμπόρευμα στην spot αγορά, να το αποθηκεύσει μέχρι τη μελλοντική ημερομηνία παράδοσης που καθορίζεται στο συμβόλαιο μελλοντικής εκπλήρωσης και έτσι να προστατευθεί από τις δυσμενείς μεταβολές των τιμών. Η κατάσταση μη αρμπιτράζ υπαγορεύει ότι η τιμή συμβολαίου μελλοντικής εκπλήρωσης ισούται με την άμεση τιμή του υποκείμενου προϊόντος συν το κόστος κατοχής του εμπορεύματος στο απόθεμα και το κόστος κεφαλαίου, είτε το κόστος ευκαιρίας του χρήματος είτε το κόστος δανεισμού για τη χρηματοδότηση της αγοράς του εμπορεύματος. Αν δεν συνέβαινε αυτό, οι συμμετέχοντες θα μπορούσαν να αποκομίσουν κέρδος χωρίς κίνδυνο στη διαφορά τιμών αλλά και πάλι, οι προσφορές τους στην αγορά θα έφερναν τελικά τις τιμές πίσω στην τιμή που θα υπήρχε σε μία αγορά χωρίς αρμπιτράζ.

Σύμφωνα λοιπόν με τα παραπάνω, η τιμή ενός συμβολαίου μελλοντικής εκπλήρωσης θα ήταν ίση με:

$$F_{(t,T)} = S_{(t)}e^{rT}$$

- $r$ : Risk free rate
- $S_{(t)}$ : Spot price στο χρόνο  $t$
- $F_{(t,T)}$ : Future price στο χρόνο  $t$ , για ένα future σε χρόνο παράδοσης  $T$

Και αν συμπεριλάβουμε το συνολικό κόστος αποθήκευσης και διαχείρισης του υποκείμενου αγαθού (U) τότε:

$$F_{(t,T)} = (S_{(t)} + U)e^{rT}$$

Ωστόσο, η ηλεκτρική ενέργεια είναι σχεδόν αδύνατο να αποθηκευτεί με οικονομικό τρόπο, ενώ οι τιμές της παρουσιάζουν μεγάλη διακύμανση κατά συνέπεια τα συμβατικά αυτά μοντέλα δεν είναι αποτελεσματικά.

Σύμφωνα με την επικρατέστερη άποψη, η τιμολόγηση των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας είναι συνδυασμός δύο παραγόντων:

- Της αναμενόμενης τιμής της spot αγοράς
- Του risk premium το οποίο προκύπτει από την ανάγκη παραγωγών και προμηθευτών να αντισταθμίσουν τον κίνδυνο τους. Η πλευρά που παρουσιάζει το μεγαλύτερο κίνδυνο,



δηλαδή την μεγαλύτερη έκθεση στην spot αγορά καθοδηγεί και το risk premium στην αγορά των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης<sup>1</sup>.

### 4.3. Μέθοδος υπολογισμού risk premium στα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης στην ηλεκτρική ενέργεια

Για να μπορέσουμε να ορίσουμε το risk premium θα πρέπει να αναφερθούμε σε δύο συγκεκριμένες παραμέτρους του. Η πρώτη παράμετρος ονομάζεται εκ των προτέρων ή αναμενόμενο (ex ante) ενώ το δεύτερο εκ των υστέρων (ex post) risk premium. Έστω ότι:

- $\pi$ : Risk Premium
- $S_{(t)}$ : Spot price στο χρόνο  $t$
- $F_{(t,T)}$ : Future price στο χρόνο  $t$ , για ένα future σε χρόνο παράδοσης  $T$
- $E_t$ : Συντελεστής αναμενόμενης Spot price στο χρόνο  $t$

(Η τιμή του συντελεστή αντικατοπτρίζει όλες τις πληροφορίες σχετικά με την εξέλιξη της spot αγοράς)

Το αναμενόμενο risk premium σε χρόνο  $t$  για ένα συμβόλαιο μελλοντικής εκπλήρωσης σε χρόνο παράδοσης  $T$  υπολογίζεται με τον ακόλουθο τρόπο:

$$\pi_{(t,T)} = F_{(t,T)} - E_t(S_{(T)})$$

Η αναμενόμενη τιμή της spot αγοράς είναι κρίσιμη για τον υπολογισμό του, συνεπώς πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένα συμβατικό μοντέλο πρόβλεψης της αγοράς. Η επιλογή του μοντέλου όμως αυτού είναι συχνά πολύ δύσκολη και ανέφικτη<sup>2</sup>. Συνεπώς η εξαγωγή αποτελεσμάτων είναι πρακτικά αδύνατη.

Ομοίως για τον υπολογισμό του εκ των υστέρων risk premium έχουμε τον ακόλουθο τύπο, χρησιμοποιώντας δεδομένα τα οποία είναι εύκολα προσπελάσιμα ο προσδιορισμός του είναι σχετικά εύκολος και έχει πολύ μεγαλύτερη σημασία.

$$\pi_{(T)} = F_{(t,T)} - S_{(T)}$$

Χρησιμοποιώντας τις δύο παραπάνω εξισώσεις λαμβάνουμε:

$$\pi_{(t,T)} - S_{(T)} = F_{(t,T)} - E_t(S_{(T)}) - S_{(T)}$$

<sup>1</sup> Karakatsani and Bunn 2005

<sup>2</sup> Karakatsani and Bunn (2005) “Discussion of problems regarding the use of spot price models”

και αν όλοι οι συμμετέχοντες έχουν ακριβώς τις ίδιες πληροφορίες και επομένως την ίδια πρόβλεψη για την spot αγορά<sup>1</sup> τελικά:

$$F_{(t,T)} - S_{(T)} = \pi_{(t,T)} + \varepsilon_t$$

Η παραπάνω σχέση μας δείχνει ότι το ex post risk premium είναι ίσο είναι ίσο με το ex ante συν ένα σταθερό παράγοντα. Ο παράγοντας αυτός εξαρτάται κατά κύριο λόγο από την πρόβλεψη της αγοράς σχετικά με τις αναμενόμενες τιμές της spot αγοράς. Για όλους τους παρακάτω υπολογισμούς θεωρούμε τον παράγοντα αυτό μηδενικό και επομένως το ex post risk premium θα υπολογίζεται με τη βοήθεια των παρακάτω σχέσεων:

$$\pi_{(T)} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (F_{(t,T)} - S_{(T)})^2$$

Ένα ακόμη χρήσιμο μέγεθος είναι το relative risk premium<sup>3</sup>:

$$\pi_{rel(T)} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \frac{F_{(t,T)} - S_{(T)}}{F_{(t,T)}}$$

#### 4.4. Risk Premium σε συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης ηλεκτρικής ενέργειας – Βιβλιογραφική ανασκόπηση

Τα αποτελέσματα που παρουσίασαν οι Bessembinder και Lemmon (2002) είναι ίσως η πιο ισχυρή θεωρητική αναφορά για τα συμβόλαια μελλοντική εκπλήρωσης στην ηλεκτρική ενέργεια, τουλάχιστον σύμφωνα με τον αριθμό των αναφορών. Οι συγγραφείς έχουν αναπτύξει ένα μοντέλο ισορροπίας για την πρόβλεψη της τιμής των προθεσμιακών συμβολαίων τα αποτελέσματα του οποίου έχουν υψηλό βαθμό αξιοπιστίας. Με τον τρόπο αυτό κατάφεραν να εξάγουν ασφαλή συμπεράσματα για το risk premium το οποίο σύμφωνα με την αναφορά τους είναι αρνητικό σε περιόδους όπου η ζήτηση του φορτίου είναι χαμηλή ή υπάρχει μεγάλος κίνδυνος στην πρόβλεψη του. Η αύξηση αυτών των δύο μεταβλητών οδηγεί σε αύξηση του risk premium, γεγονός που μπορεί ακόμη και να οδηγήσει σε θετικά risk premium. Επομένως, το μοντέλο τους, συνδέει τα risk premium με τις εκτιμήσεις κινδύνου.

---

<sup>1</sup> Η παραδοχή αυτή μπορεί να οδηγήσει σε λανθασμένα αποτελέσματα, ειδικά σε αγορές με μικρή δραστηριότητα ή μικρή διαφάνεια, παρόλα αυτά στις υπό εξέταση αγορές είναι αποδεκτή.

<sup>2</sup> Ως ημερήσια τιμή αγοράς λαμβάνεται η μέση τιμή της επόμενης ημέρας

<sup>3</sup> Αναφέρεται και ως basis

Τα εμπειρικά αποτελέσματα σχετικά με τα ασφάλιστρα κινδύνου μπορούν να χωριστούν σε δύο ομάδες. Η πρώτη ομάδα επικεντρώνεται στα βραχυπρόθεσμα (short term)<sup>1</sup>, τα οποία εξετάστηκαν μεταξύ άλλων από τους Longstaff και Wang (2004), Diko et al. (2006), Hadsell και Shawky (2007) και Ronn και Wimschulte (2008). Τα αποτελέσματα της έρευνάς τους είναι ότι τα ασφάλιστρα κινδύνου ποικίλλουν καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας και είναι ιδιαίτερα ευμετάβλητα. Γενικά, χαρακτηρίζονται ως θετικά κατά τη διάρκεια ωρών υψηλής ζήτησης. Η άλλη ομάδα εξετάζει τα μακροπρόθεσμα (long term), εστιάζοντας κυρίως στην ανάλυση των προθεσμιακών συμβολαίων εβδομάδας και μηνών. Στην ομάδα αυτή ανήκουν οι αναφορές των Botterud et al. (2002), Shawky et al. (2003), Bierbrauer et al. (2007), Furui και Meneu (2009), Lucia και Torro (2008), Torro (2008), Kolos και Ronn (2008) και Marckhoff και Wimschulte (2009) στις οποίες βασίζονται τα επόμενα αποτελέσματα.

Στην αναφορά των Botterud et al. (2002) παρουσιάζονται αποτελέσματα σχετικά με την αγορά του Nord Pool. Βρίσκουν θετικά risk premium σε συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης με χρόνο παράδοσης μέχρι ενός έτους που καλύπτει την περίοδο 1995 έως 2001. Οι Shawky et al. (2003) ασχολήθηκαν με τα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης με φυσική παράδοση στην περιοχή Καλιφόρνια-Όρεγκον που διαπραγματεύονται στο NYMEX και βρήκαν και αυτοί θετικά ασφάλιστρα κινδύνου. Το σύνολο των δεδομένων τους περιλαμβάνει τα έτη 1998 και 1999. Τα δεδομένα από την αγορά του Nord Pool αναλύθηκαν και πάλι από τους Lucia και το Torro (2008). Το σύνολο των δεδομένων αυτών καλύπτει την περίοδο 1998-2007 και αποτελείται από τα προθεσμιακά συμβόλαια τα οποία είναι πολύ κοντά στην ημέρα της παράδοσης. Οι συγγραφείς βρήκαν σημαντικά θετικά risk premium. Τα αποτελέσματά τους επιβεβαιώνονται επίσης έμμεσα σε ένα περαιτέρω έγγραφο του Torro (2008). Οι Furio και Meneu (2009) διερεύνησαν την ισπανική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας για τα μακροπρόθεσμα συμβόλαια, χρησιμοποιώντας τόσο την εκ των προτέρων (ex ante risk premium) όσο και την εκ των υστέρων (ex post risk premium) προσέγγιση. Σε μια δειγματοληπτική περίοδο μεταξύ 2003 και 2006 που περιέχει στοιχεία του πρώτου μήνα που θα παραδοθεί στο μέλλον (M+1), διαπιστώνεται ότι τα συνολικά ex post risk premium είναι αρνητικά αλλά όχι στατιστικά σημαντικά. Ωστόσο, τα ex ante risk premium βρέθηκαν θετικά. Οι Marckhoff και Wimschulte (2009) αναλύουν τα CFDs στο Nord Pool. Τα CFDs διαπραγματεύθηκαν για πρώτη φορά στο Nord Pool στα τέλη του 2000. Οι συγγραφείς βρίσκουν σημαντικά βραχυπρόθεσμα θετικά risk premium και αρνητικά μακροπρόθεσμα.

---

<sup>1</sup> Συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης με maturity από μία εβδομάδα έως τρεις μήνες χαρακτηρίζονται ως short term (βραχυπρόθεσμα). Συμβόλαια με maturity από τρεις μήνες έως δώδεκα ως mid term και για μεγαλύτερο maturity ως long term (μακροπρόθεσμα)

Σε ότι αναφορά την αγορά του EEX, τα πρώτα αποτελέσματα αναφέρονται από τους Wilkens και Wimschulte (2007). Οι συγγραφείς αναλύουν την τιμολόγηση των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης στο EEX μεταξύ 2002 και 2004 στην αναφορά τους. Περιορίζουν τη μελέτη τους σε μηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης με διάρκεια μέχρι έξι μήνες (M-6). Μετά την εκτίμηση των εκ των προτέρων ασφάλιστρα κινδύνου, συγκρίνουν τα αποτελέσματά τους με τα εκ των υστέρων ασφάλιστρα κινδύνου. Οι συγγραφείς βρίσκουν θετικά πριμ κινδύνου, τόσο για το ex post όσο και το ex ante risk premium. Όμοια, θετικά risk premium βρήκαν και οι Kolos και Ronn (2008) στην σχετική αναφορά τους.

Για όλους τους παρακάτω υπολογισμούς έχουν χρησιμοποιηθεί δεδομένα από συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης (futures) στην Γαλλία και την Γερμανία τα οποία αντλήθηκαν από την επίσημη διαδικτυακή σελίδα<sup>1</sup>, ομοίως για τις τιμές της spot αγοράς όπως περιεγράφηκε σε προηγούμενη παράγραφο.

#### **4.5. Risk Premium σε ετήσια συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης (Yearly Futures)**

Τα δεδομένα τα οποία χρησιμοποιήθηκαν αποτελούνται από συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης τόσο για την χώρα της Γαλλίας όσο και για τη χώρα της Γερμανίας. Από το σύνολο των δεδομένων επιλέχθηκαν αυτά με γνώμονα την επαρκή ρευστότητα. Συνολικά, αξιολογήθηκαν 4.472 συμβόλαια τόσο για την base όσο και για την peak προθεσμιακή αγορά, αναλυτικότερες πληροφορίες για τα συμβόλαια αυτά δίνονται στους πίνακες που ακολουθούν (Πίνακας 4.1, Πίνακας 4.4, Πίνακας 4.7), ενώ πέρα από την κατηγοριοποίηση με βάση το προϊόν και τη χώρα έχουν κατηγοριοποιηθεί με βάση το χρόνο που διαπραγματεύονται. Σημείο αναφοράς του χρόνου αυτού αποτελεί η πρώτη μέρα της παράδοσης (ή η επόμενη μέρα της τελευταίας μέρας της διαπραγμάτευσης).

Το μικρότερο risk premium μετρήθηκε στην χώρα της Γερμανίας και αφορά τα ετήσια συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης τύπου base σε χρόνο διαπραγμάτευσης Y-3<sup>2</sup> και ήταν κατά μέσο όρο στα -9,85 €/MWh ενώ το μεγαλύτερο παρατηρήθηκε στη χώρα της Γαλλίας για την base αγορά σε χρόνο Y-1 στην μέση τιμή των -0,55 €/MWh.

Τα εμπειρικά αποτελέσματα επιβεβαιώνουν όλες τις αναφορές και συγκεκριμένα:

<sup>1</sup> <https://www.eex.com/en/> Τελευταία ενεργή προσπέλαση την 30/01/2012

<sup>2</sup> Αφορά τα συμβόλαια που διαπραγματεύτηκαν τρία χρόνια πριν από το πρώτο έτος παράδοσης του προϊόντος

- Σε όλα τα συμβόλαια παρατηρήθηκε αρνητικό risk premium σε συμφωνία με τις αναφορές των Botterud et al. (2002), Wilkens και Wimschulte (2007) σύμφωνα με τις οποίες long term futures παρουσιάζουν αρνητικά risk premiums. Αυτό συμβαίνει διότι τα συμβόλαια αυτά δέχονται τις μεγαλύτερες πιέσεις αντιστάθμισης από τους παραγωγούς, οι οποίοι προκειμένου να αποφύγουν την αβεβαιότητα των μελλοντικών τιμών πώλησης, και να αντισταθμίσουν τον κίνδυνο του μεγάλου κόστους επένδυσης των εργοστασίων τους, προχωρούν σε μαζικές πωλήσεις (θέσεις short) στα συμβόλαια αυτού του τύπου και ως επακόλουθο οι τιμές τους ωθούνται σε όλο και μικρότερα επίπεδα, το φαινόμενο αυτό είναι εντονότερο σε συμβόλαια που διαπραγματεύονται σε μεγαλύτερο χρόνο.
- Σε όλα τα υπό εξέταση συμβόλαια παρατηρήθηκαν επίσης μικρότερα risk premium στην peakload απ' ότι στην baseload αγορά. Όπως αναφέρεται και από τους Bessembinder και Lemmon (2002) η παρατήρηση αυτή οφείλεται στην μεγαλύτερη αβεβαιότητα ζήτησης φορτίου (και ακολούθως της τιμής). Ως εκ' τούτου οι μεγαλύτερες ανάγκες αντιστάθμισης των παραγωγών είναι λογικό να παρατηρηθούν στην baseload απ' ότι στην peakload αγορά.

Ακολουθούν αναλυτικά αποτελέσματα.

#### 4.5.1. Ετήσια συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας

Πίνακας 4.1: Δεδομένα δείγματος των ετήσιων συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας (DE) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης.

Στην πρώτη στήλη διακρίνεται η κατηγοριοποίηση με βάση το χρόνο, στην δεύτερη το χρονικό διάστημα αναφοράς όλων των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης, ενώ στην τρίτη στήλη οι αντίστοιχες χώρες (DE – Γερμανία). Στην τέταρτη στήλη διακρίνεται ο τύπος του συμβολαίου μελλοντικής εκπλήρωσης ενώ στη συνέχεια κατά σειρά: το μέγεθος του δείγματος, η μέση τιμή, η διάμεσος, η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή, η τυπική απόκλιση και τέλος, η μέση τιμή των ημερών πριν από την πρώτη μέρα της παράδοσης. Όλες οι τιμές ενέργειας είναι σε €/MWh.

Data (Prices €/MWh)										
F	Time Period	Country	Type	Sample Size	Mean	Median	Min	Max	Stdv	Avg Days
Y-1	M1 2018 - M1 2019	DE	Base	392	39,71	36,80	28,76	56,65	8,00	158,6
Y-2	M1 2019 - M1 2019	DE	Base	168	31,13	30,12	26,90	36,95	3,11	495,5
Y-3	M1 2019 - M1 2019	DE	Base	212	33,55	32,74	24,10	36,12	3,52	911,5
Y-1	M1 2018 - M1 2019	DE	Peak	390	49,03	45,70	36,55	68,15	9,38	158,4
Y-2	M1 2019 - M1 2019	DE	Peak	168	39,38	38,07	34,68	46,31	3,62	495,5
Y-3	M1 2019 - M1 2019	DE	Peak	212	44,55	44,04	31,55	58,12	6,11	911,5
Y-1	M1 2018 - M1 2019	DE	Base & Peak	782	44,35	43,06	28,76	68,15	9,88	158,5
Y-2	M1 2019 - M1 2019	DE	Base & Peak	336	35,26	35,56	26,90	46,31	5,33	495,5
Y-3	M1 2019 - M1 2019	DE	Base & Peak	424	39,05	38,40	24,10	58,12	4,85	911,5

Πίνακας 4.2: Absolute risk premium στα ετήσια συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας (DE) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης.

Στην πρώτη στήλη διακρίνεται η κατηγοριοποίηση με βάση το χρόνο, στη δεύτερη ο τύπος του συμβολαίου, στην τρίτη το μέγεθος του δείγματος, στην τέταρτη η μέση τιμή, στην πέμπτη το μέγεθος t (one sample t- statistic, \* indicates 95% confidence) για την μέση τιμή, ενώ στη συνέχεια, η διάμεσος, η τυπική απόκλιση, η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή των παρατηρήσεων και τέλος, το σύνολο των συμβολαίων που είχαν θετικό risk premium. Όλες οι τιμές είναι σε €/MWh.

Premium Absolute (Prices €/MWh)									
F	Type	Sample Size	Mean	t-statitic	Median	Stdv	Min	Max	Positive Values
Y-1	Base	392	-3,75	-2,93	-4,01	11,85	-20,37	17,35	154
Y-2	Base	168	-8,17	-25,64	-9,18	3,11	-12,40	-2,35	0
Y-3	Base	212	-9,85	-28,45	-12,22	4,22	-14,55	0,22	0
Y-1	Peak	390	-2,07	1,32*	-2,43	13,96	-21,19	21,99	169
Y-2	Peak	168	-6,78	-17,08	-8,10	3,62	-11,48	0,15	4
Y-3	Peak	212	-7,11	-1,26	-6,55	8,10	-15,55	10,22	0
Y-1	Base & Peak	782	-2,91	-1,96	-3,37	12,97	-21,19	21,99	323
Y-2	Base & Peak	336	-7,48	-29,10	-8,80	3,44	-12,40	0,15	4
Y-3	Base & Peak	424	-8,55	-30,33	-9,39	6,55	-15,55	10,22	0

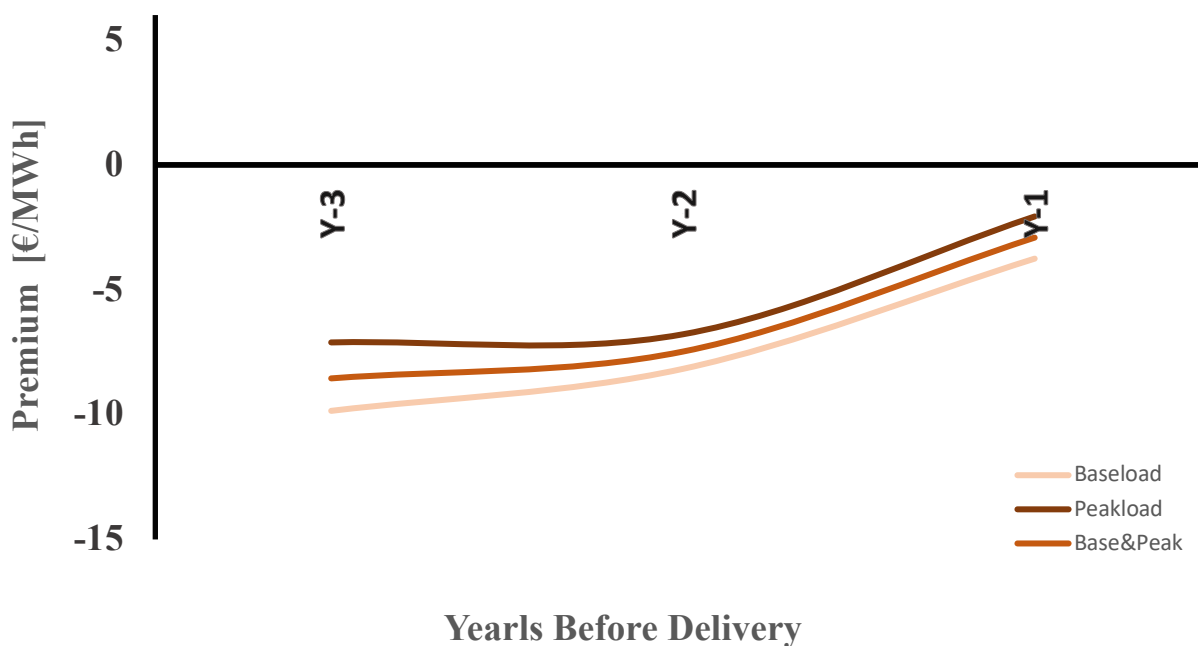
Πίνακας 4.3: Relative risk premium στα ετήσια συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας (DE) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης.

## ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΣΥΜΒΟΛΑΙΩΝ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΚΠΛΗΡΩΣΗΣ ΚΑΙ ΚΙΝΔΥΝΟΣ

Στην πρώτη στήλη διακρίνεται η κατηγοριοποίηση με βάση το χρόνο, στη δεύτερη ο τύπος του συμβολαίου, στην τρίτη το μέγεθος του δείγματος, στην τέταρτη η μέση τιμή, στην πέμπτη το μέγεθος t (one sample t- statistic, \* indicates 95% confidence) για την μέση τιμή, ενώ στη συνέχεια, η διάμεσος, η τυπική απόκλιση, η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή των παρατηρήσεων και τέλος, το ποσοστό των συμβολαίων που είχαν θετικό risk premium.

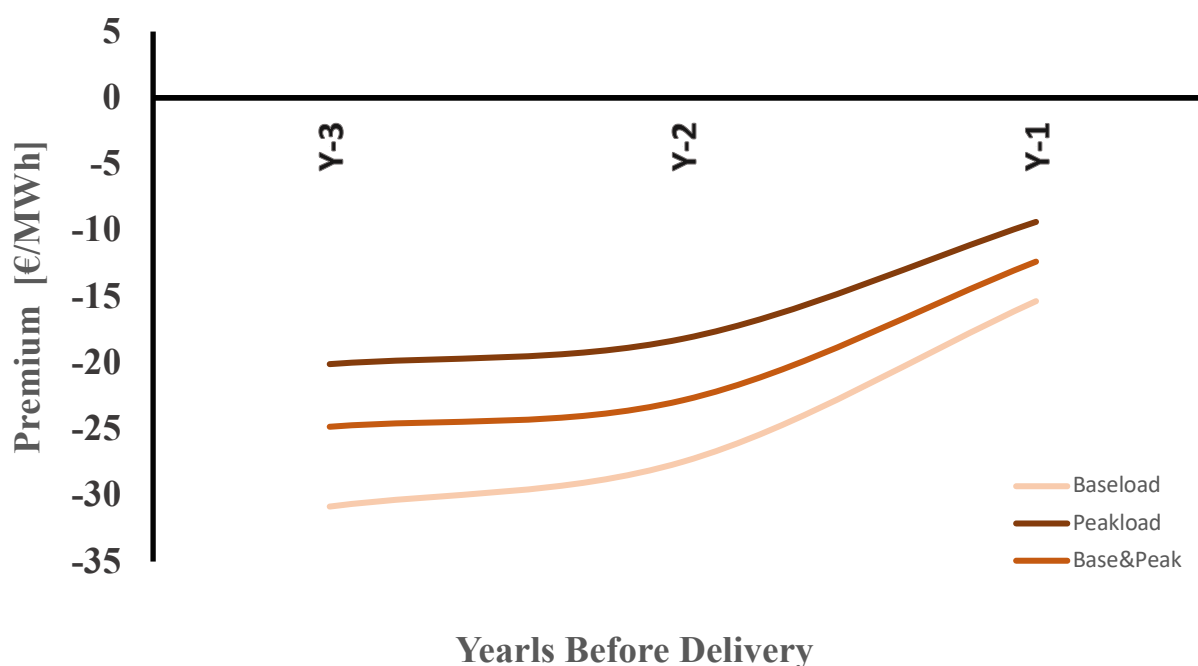
Premium Relative									
F	Type	Sample Size	Mean	t-statistic	Median	Stdv	Min	Max	Positive Values
Y-1	Base	392	-15,35%	-3,33	-11,37%	31,76%	-70,81%	30,63%	39,29%
Y-2	Base	168	-27,47%	-18,27	-30,47%	12,35%	-46,09%	-6,35%	0,00%
Y-3	Base	212	-30,85%	-20,10	-29,12%	15,55%	-51,24%	0,55%	0,00%
Y-1	Peak	390	-9,37%	0,43	-5,57%	29,22%	-57,98%	32,26%	43,33%
Y-2	Peak	168	-18,19%	-10,11	-21,28%	10,46%	-33,11%	0,32%	2,38%
Y-3	Peak	212	-20,10%	-1,26	-19,00%	15,69%	-37,78%	20,52%	0,00%
Y-1	Base & Peak	782	-12,36%	-2,15	-8,41%	30,67%	-70,81%	32,26%	41,30%
Y-2	Base & Peak	336	-22,83%	-19,01	-24,58%	12,35%	-46,09%	0,32%	1,19%
Y-3	Base & Peak	424	-24,83%	-19,33	-24,77%	10,85%	-51,24%	20,52%	0,00%

### Yearly DE Absolute Premium



Σχήμα 4.1: Absolute risk premium σε ετήσια συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης κατά τα έτη 2016-2019 για τη χώρα της Γερμανίας (DE), διάκριση με βάση το πρώτο έτος της παράδοσης

### Yearly DE Relative Premium



Σχήμα 4.2: Relative risk premium σε ετήσια συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης κατά τα έτη 2016-2019 για τη χώρα της Γερμανίας (DE), διάκριση με βάση το πρώτο έτος της παράδοσης

#### 4.5.2. Ετήσια συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γαλλίας

Πίνακας 4.4: Δεδομένα δείγματος των ετήσιων συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης Γαλλίας (FR) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης.

Στην πρώτη στήλη διακρίνεται η κατηγοριοποίηση με βάση το χρόνο, στην δεύτερη το χρονικό διάστημα αναφοράς όλων των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης, ενώ στην τρίτη στήλη οι αντίστοιχες χώρες (FR - Γαλλία). Στην τέταρτη στήλη διακρίνεται ο τύπος του συμβολαίου μελλοντικής εκπλήρωσης ενώ στη συνέχεια κατά σειρά: το μέγεθος του δείγματος, η μέση τιμή, η διάμεσος, η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή, η τυπική απόκλιση και τέλος, η μέση τιμή των ημερών πριν από την πρώτη μέρα της παράδοσης. Όλες οι τιμές ενέργειας είναι σε €/MWh.

Data (Prices €/MWh)										
F	Time Period	Country	Type	Sample Size	Mean	Median	Min	Max	Stdv	Avg Days
Y-1	M1 2017 - M1 2019	FR	Base	717	39,98	38,16	25,53	62,58	8,88	184,2
Y-2	M1 2018 - M1 2019	FR	Base	497	34,28	34,83	25,39	42,02	4,09	550,4
Y-3	M1 2019 - M1 2019	FR	Base	252	31,72	31,74	25,00	38,75	3,52	912,4
Y-1	M1 2017 - M1 2019	FR	Peak	717	52,01	49,94	32,50	77,80	11,27	184,2
Y-2	M1 2018 - M1 2019	FR	Peak	498	46,27	47,08	32,50	55,50	6,06	550,6
Y-3	M1 2019 - M1 2019	FR	Peak	249	43,31	44,04	32,38	56,13	6,05	911,0
Y-1	M1 2017 - M1 2019	FR	Base & Peak	1434	46,00	44,03	25,53	77,80	11,80	184,2
Y-2	M1 2018 - M1 2019	FR	Base & Peak	995	40,28	39,03	25,39	55,50	7,92	550,5
Y-3	M1 2019 - M1 2019	FR	Base & Peak	501	37,48	35,65	25,00	56,13	7,61	911,7

Πίνακας 4.5: Absolute risk premium στα ετήσια συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γαλλίας (FR) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης.



## ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΣΥΜΒΟΛΑΙΩΝ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΚΠΛΗΡΩΣΗΣ ΚΑΙ ΚΙΝΔΥΝΟΣ

Στην πρώτη στήλη διακρίνεται η κατηγοριοποίηση με βάση το χρόνο, στη δεύτερη ο τύπος του συμβολαίου, στην τρίτη το μέγεθος του δείγματος, στην τέταρτη η μέση τιμή, στην πέμπτη το μέγεθος t (one sample t- statistic, \* indicates 95% confidence) για την μέση τιμή, ενώ στη συνέχεια, η διάμεσος, η τυπική απόκλιση, η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή των παρατηρήσεων και τέλος, το σύνολο των συμβολαίων που είχαν θετικό risk premium. Όλες οι τιμές είναι σε €/MWh.

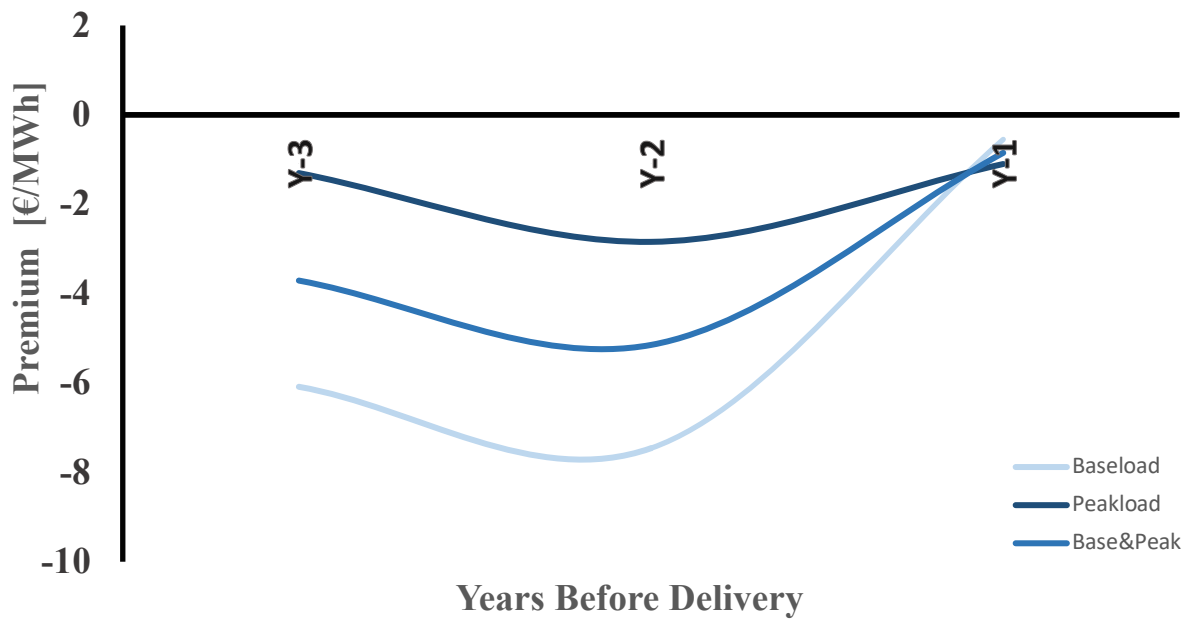
Premium Absolute (Prices €/MWh)									
F	Type	Sample Size	Mean	t-statistic	Median	Stdv	Min	Max	Positive Values
Y-1	Base	717	-0,55	8,59*	-3,34	9,88	-12,14	24,77	282
Y-2	Base	497	-7,46	-16,60	-7,64	7,33	-20,14	4,21	88
Y-3	Base	252	-6,09	-18,40	-6,07	3,52	-12,81	0,94	7
Y-1	Peak	717	-1,10	15,89*	-0,37	12,55	-11,94	12,19	355
Y-2	Peak	498	-2,84	0,37	0,37	9,47	-20,96	0,15	253
Y-3	Peak	249	-1,30	1,81*	-0,57	6,05	-12,23	11,52	108
Y-1	Base & Peak	1434	-0,85	17,49*	-1,97	11,49	-12,14	12,19	637
Y-2	Base & Peak	995	-5,15	-11,31	-3,16	8,78	-20,96	10,44	341
Y-3	Base & Peak	501	-3,71	-6,96	-4,11	5,49	-12,81	11,52	115

Πίνακας 4.6: Relative risk premium στα ετήσια συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γαλλίας (FR) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης.

Στην πρώτη στήλη διακρίνεται η κατηγοριοποίηση με βάση το χρόνο, στη δεύτερη ο τύπος του συμβολαίου, στην τρίτη το μέγεθος του δείγματος, στην τέταρτη η μέση τιμή, στην πέμπτη το μέγεθος t (one sample t- statistic, \* indicates 95% confidence) για την μέση τιμή, ενώ στη συνέχεια, η διάμεσος, η τυπική απόκλιση, η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή των παρατηρήσεων και τέλος, το ποσοτό των συμβολαίων που είχαν θετικό risk premium.

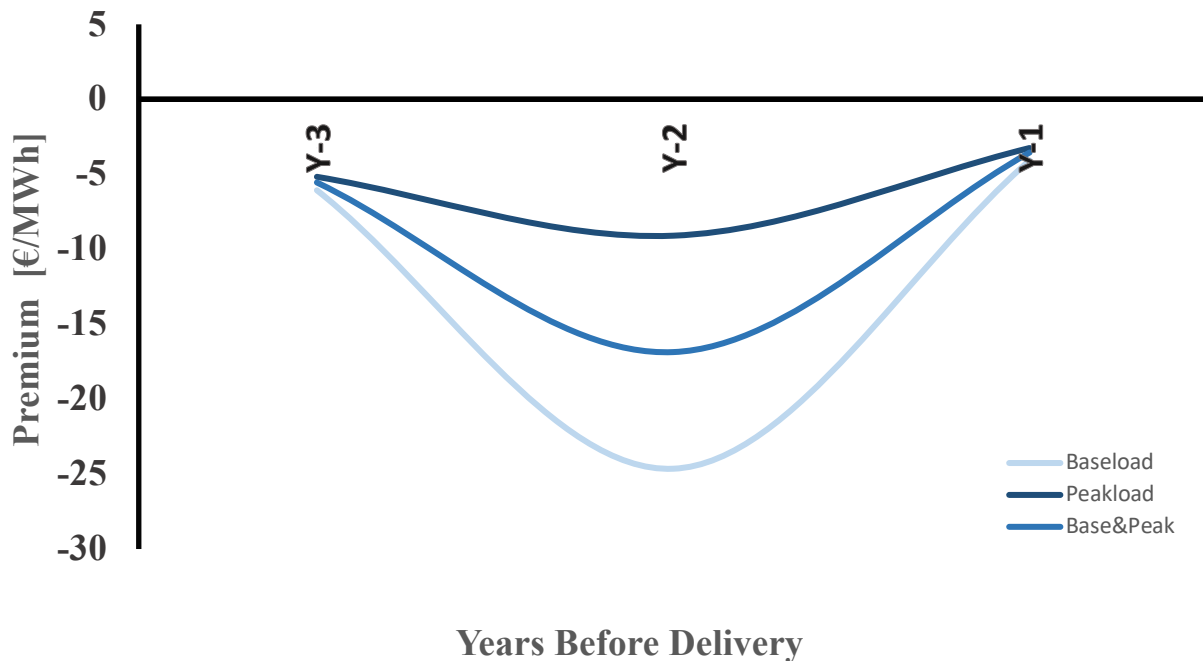
Premium Relative									
F	Type	Sample Size	Mean	t-statistic	Median	Stdv	Min	Max	Positive Values
Y-1	Base	717	-4,08%	7,38*	-8,70%	22,51%	-41,06%	39,58%	39,33%
Y-2	Base	497	-24,64%	-12,80	-20,17%	25,48%	-79,33%	10,02%	17,71%
Y-3	Base	252	-6,07%	-12,20	-19,12%	13,91%	-51,24%	2,43%	2,78%
Y-1	Peak	717	-3,25%	18,19*	-0,83%	21,03%	-36,73%	42,66%	49,51%
Y-2	Peak	498	-9,10%	0,84	0,70%	23,81%	-64,50%	18,96%	50,80%
Y-3	Peak	249	-5,17%	4,85*	-1,30%	15,69%	-37,78%	20,52%	43,37%
Y-1	Base & Peak	1434	-3,55%	17,25*	-4,64%	22,18%	-41,06%	42,66%	44,42%
Y-2	Base & Peak	995	-16,86%	-8,37	-8,80%	25,86%	-79,33%	18,96%	34,27%
Y-3	Base & Peak	501	-5,55%	-3,99	-12,19%	16,73%	-51,24%	20,52%	22,95%

Yearly FR Absolute Premium



Σχήμα 4.3: Absolute risk premium σε ετήσια συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης κατά τα έτη 2016-2019 για τη χώρα της Γαλλίας (FR), διάκριση με βάση το πρώτο έτος της παράδοσης

Yearly FR Relative Premium



Σχήμα 4.4: Relative risk premium σε ετήσια συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης κατά τα έτη 2016-2019 για τη χώρα της Γαλλίας (FR), διάκριση με βάση το πρώτο έτος της παράδοσης

### 4.5.3. Ετήσια συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας και Γαλλίας

Πίνακας 4.7: Δεδομένα δείγματος των ετήσιων συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης.

Στην πρώτη στήλη διακρίνεται η κατηγοριοποίηση με βάση το χρόνο, στην δεύτερη το χρονικό διάστημα αναφοράς όλων των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης, ενώ στην τρίτη στήλη οι αντίστοιχες χώρες (DE – Γερμανία, FR - Γαλλία). Στην τέταρτη στήλη διακρίνεται ο τύπος του συμβολαίου μελλοντικής εκπλήρωσης ενώ στη συνέχεια κατά σειρά: το μέγεθος του δείγματος, η μέση τιμή, η διάμεσος, η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή, η τυπική απόκλιση και τέλος, η μέση τιμή των ημερών πριν από την πρώτη μέρα της παράδοσης. Όλες οι τιμές ενέργειας είναι σε €/MWh.

Data (Prices €/MWh)										
F	Time Period	Country	Type	Sample Size	Mean	Median	Min	Max	Stdv	Avg Days
Y-1	M1 2017 - M1 2019	DE & FR	Base	1109	39,88	37,23	25,53	62,58	8,58	175,1
Y-2	M1 2018 - M1 2019	DE & FR	Base	665	33,48	34,09	25,39	42,02	4,10	536,5
Y-3	M1 2017 - M1 2019	DE & FR	Base	464	32,64	33,10	24,10	38,75	3,55	911,9
Y-1	M1 2017 - M1 2019	DE & FR	Peak	1107	50,96	48,37	32,50	77,80	10,74	175,1
Y-2	M1 2018 - M1 2019	DE & FR	Peak	666	44,53	44,65	32,50	55,50	6,30	536,7
Y-3	M1 2017 - M1 2019	DE & FR	Peak	461	43,93	44,10	31,55	58,12	6,08	911,3
Y-1	M1 2017 - M1 2019	DE & FR	Base & Peak	2216	45,42	43,61	25,53	77,80	11,19	175,1
Y-2	M1 2018 - M1 2019	DE & FR	Base & Peak	1331	39,01	37,00	25,39	55,50	7,67	536,6
Y-3	M1 2017 - M1 2019	DE & FR	Base & Peak	925	38,28	24,10	24,10	58,22	6,23	911,6

Πίνακας 4.8: Absolute risk premium στα ετήσια συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης.

Στην πρώτη στήλη διακρίνεται η κατηγοριοποίηση με βάση το χρόνο, στη δεύτερη ο τύπος του συμβολαίου, στην τρίτη το μέγεθος του δείγματος, στην τέταρτη η μέση τιμή, στην πέμπτη το μέγεθος t (one sample t- statistic, \* indicates 95% confidence) για την μέση τιμή, ενώ στη συνέχεια, η διάμεσος, η τυπική απόκλιση, η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή των παρατηρήσεων και τέλος, το σύνολο των συμβολαίων που είχαν θετικό risk premium. Όλες οι τιμές είναι σε €/MWh.

Premium Absolute (Prices €/MWh)									
F	Type	Sample Size	Mean	t-statistic	Median	Stdv	Min	Max	Positive Values
Y-1	Base	1109	-1,68	2,41*	-3,50	10,79	-20,37	24,77	436
Y-2	Base	665	-7,64	-22,25	-8,47	6,53	-20,14	4,21	88
Y-3	Base	464	-7,99	-18,40	-9,22	3,99	-14,55	0,94	7
Y-1	Peak	1107	-1,44	10,28*	-1,06	13,43	-21,19	33,19	524
Y-2	Peak	501	-3,84	-5,53	-4,04	8,56	-20,96	0,15	257
Y-3	Peak	461	-3,97	1,81*	-3,56	7,07	-15,55	11,52	108
Y-1	Base & Peak	2216	-1,58	9,44*	-2,39	12,29	-21,19	33,19	960
Y-2	Base & Peak	1331	-5,74	-17,36	-6,25	7,85	-20,96	10,44	345
Y-3	Base & Peak	925	-5,92	-6,96	-6,75	6,02	-15,55	11,52	115

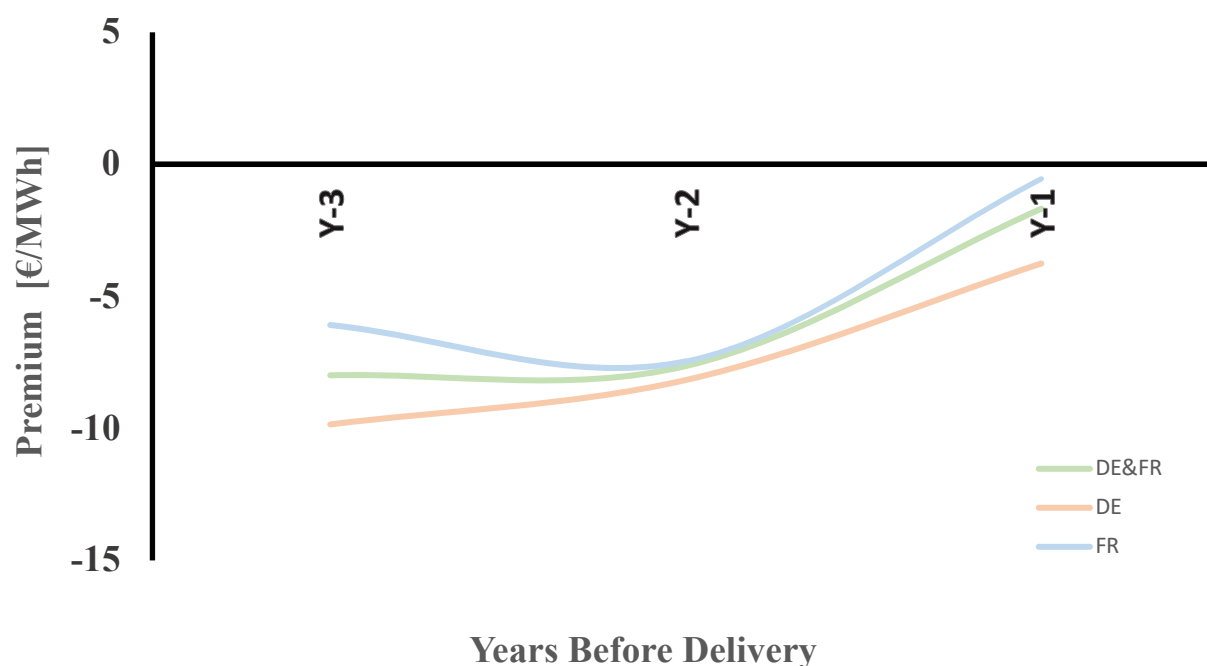
Πίνακας 4.9: Relative risk premium στα ετήσια συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης.

## ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΣΥΜΒΟΛΑΙΩΝ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΚΠΛΗΡΩΣΗΣ ΚΑΙ ΚΙΝΔΥΝΟΣ

Στην πρώτη στήλη διακρίνεται η κατηγοριοποίηση με βάση το χρόνο, στη δεύτερη ο τύπος του συμβολαίου, στην τρίτη το μέγεθος του δείγματος, στην τέταρτη η μέση τιμή, στην πέμπτη το μέγεθος t (one sample t- statistic, \* indicates 95% confidence) για την μέση τιμή, ενώ στη συνέχεια, η διάμεσος, η τυπική απόκλιση, η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή των παρατηρήσεων και τέλος, το ποσοτό των συμβολαίων που είχαν θετικό risk premium.

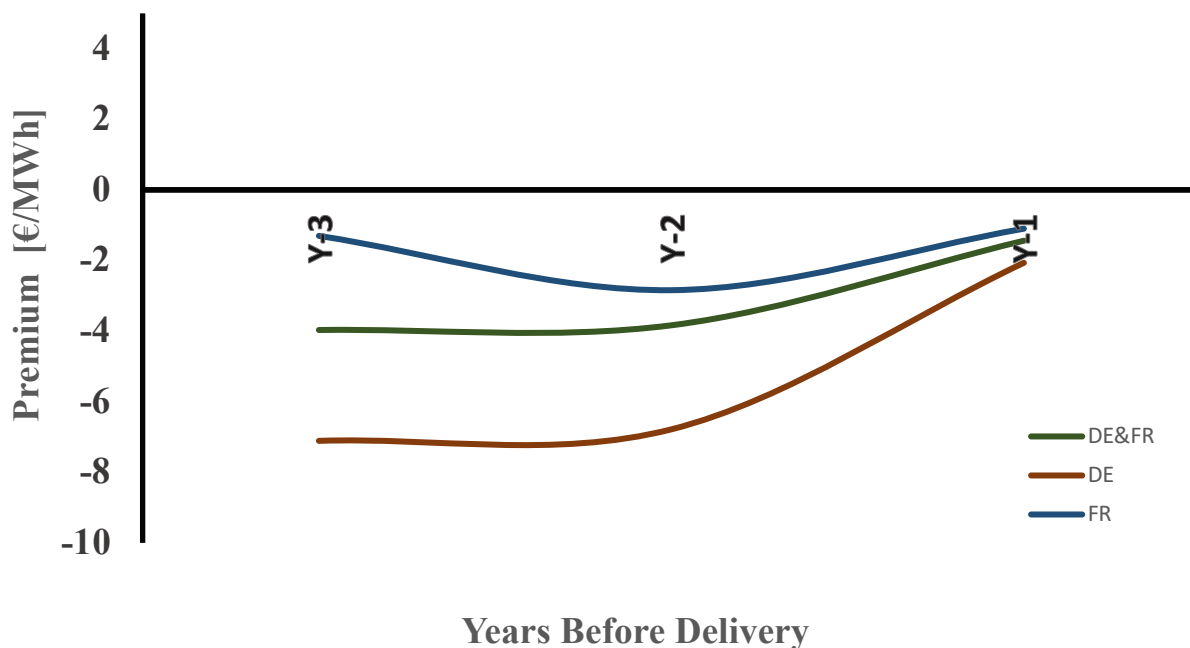
Premium Relative									
F	Type	Sample Size	Mean	t-statistic	Median	Stdv	Min	Max	Positive Values
Y-1	Base	1109	-8,06%	2,41*	-9,36%	26,70%	-70,81%	39,58%	39,31%
Y-2	Base	665	-25,36%	-17,26	-23,39%	22,92%	-79,33%	10,02%	13,23%
Y-3	Base	464	-17,39%	-12,20	-24,12%	14,73%	-51,24%	2,43%	1,39%
Y-1	Peak	1107	-5,40%	12,56*	-2,44%	25,10%	-57,98%	42,66%	47,34%
Y-2	Peak	666	-11,39%	-1,66	-8,43%	21,61%	-64,50%	18,96%	38,59%
Y-3	Peak	461	-12,04%	10,33*	-10,15%	15,69%	-37,78%	20,52%	21,67%
Y-1	Base & Peak	2216	-6,66%	10,25*	-5,72%	26,18%	-70,81%	42,66%	43,32%
Y-2	Base & Peak	1331	-18,37%	-13,07	-16,58%	23,35%	-79,33%	18,96%	25,92%
Y-3	Base & Peak	925	-14,39%	-3,99	-18,48%	13,79%	-51,24%	20,52%	11,48%

### Yearly DE & FR Absolute Premium - Baseload



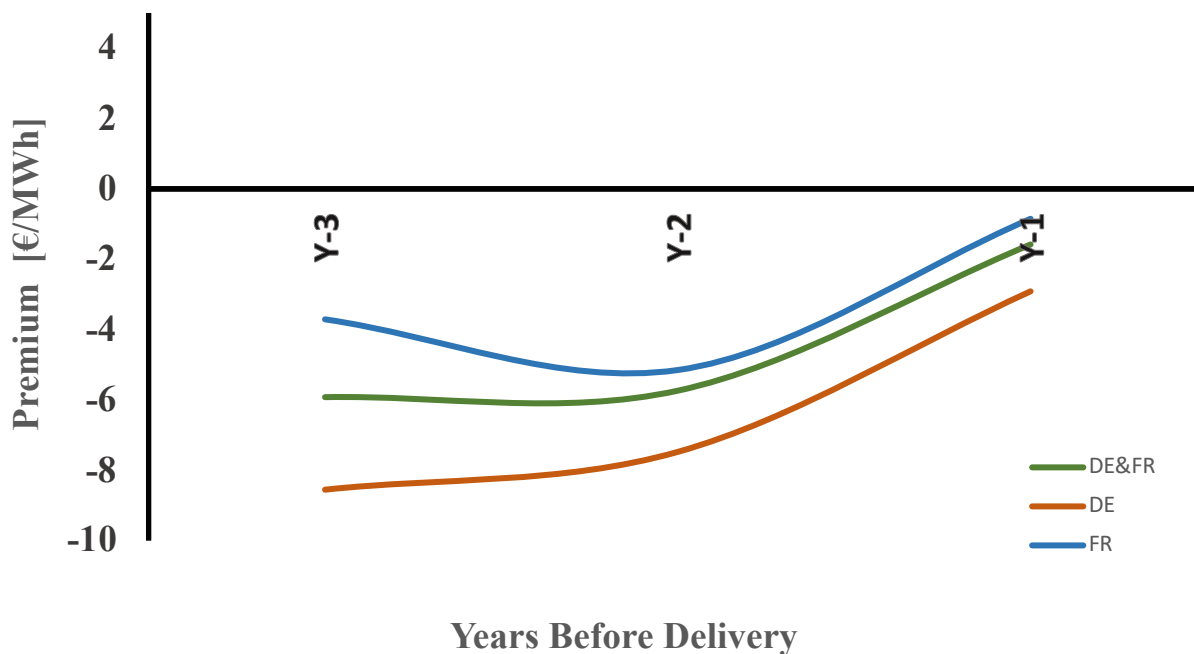
Σχήμα 4.5: Absolute risk premium σε ετήσια baseload συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης κατά τα έτη 2016-2019 για τις χώρες της Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR), διάκριση με βάση το πρώτο έτος της παράδοσης

Yearly DE & FR Absolute Premium - Peakload



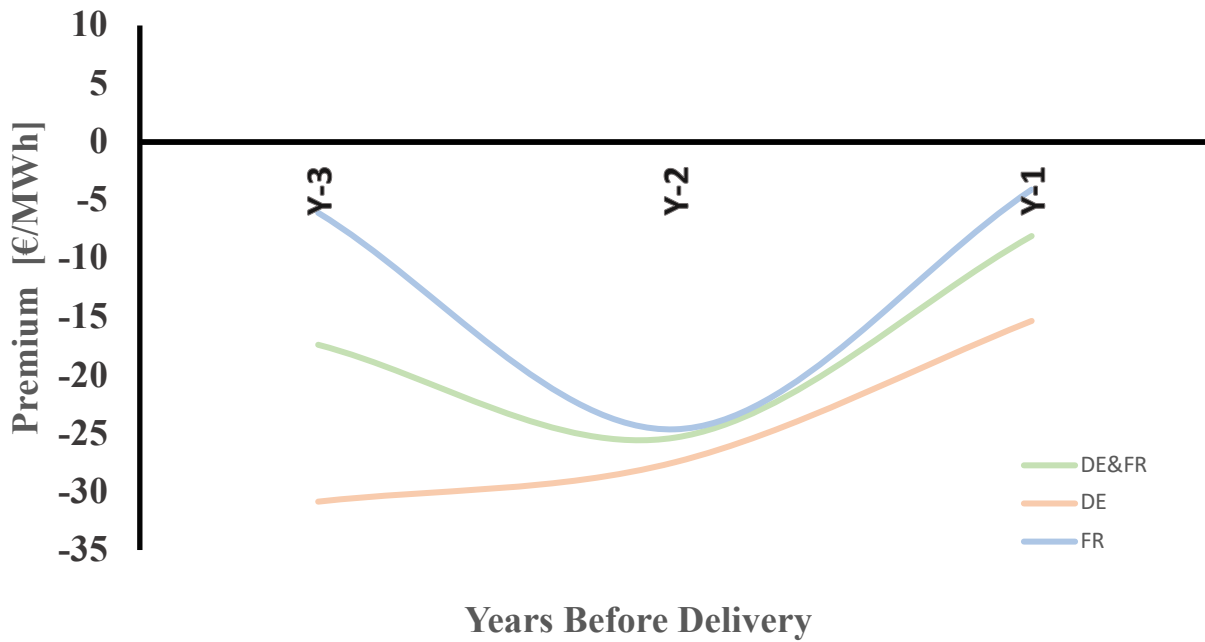
Σχήμα 4.6: Absolute risk premium σε ετήσια peakload συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης κατά τα έτη 2016-2019 για τις χώρες της Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR), διάκριση με βάση το πρώτο έτος της παράδοσης

Yearly DE & FR Absolute Premium - Baseload & Peakload



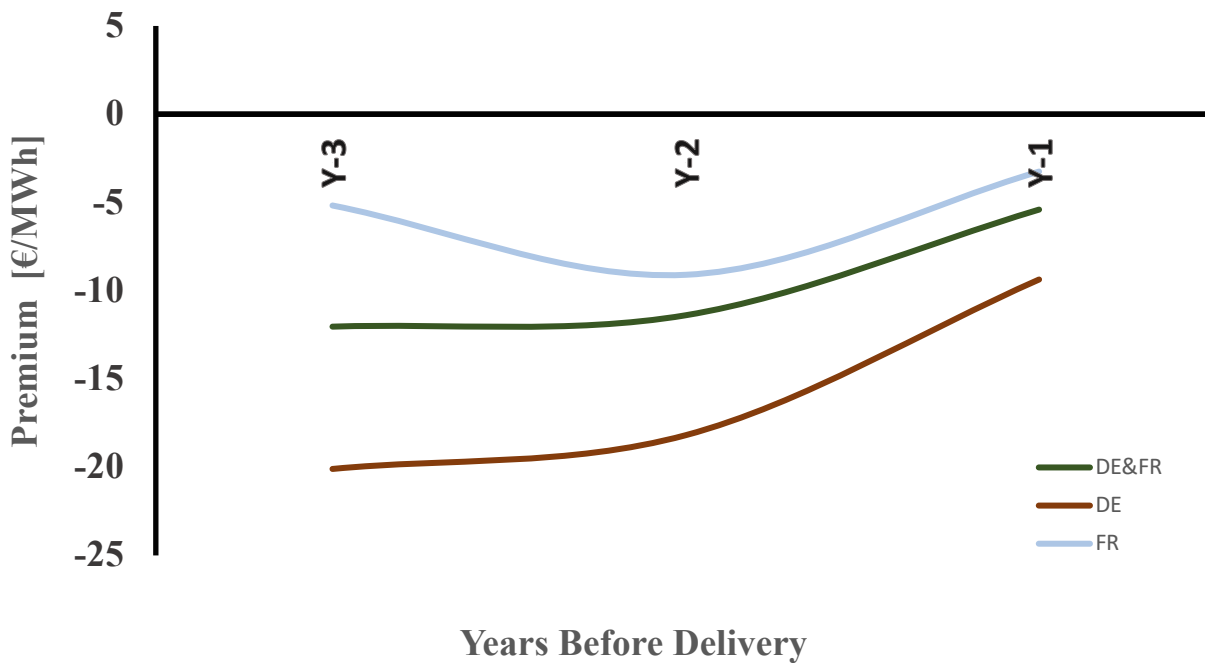
Σχήμα 4.7: Absolute risk premium σε ετήσια baseload & peakload συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης κατά τα έτη 2016-2019 για τις χώρες της Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR), διάκριση με βάση το πρώτο έτος της παράδοσης

Yearly DE & FR Relative Premium - Baseload

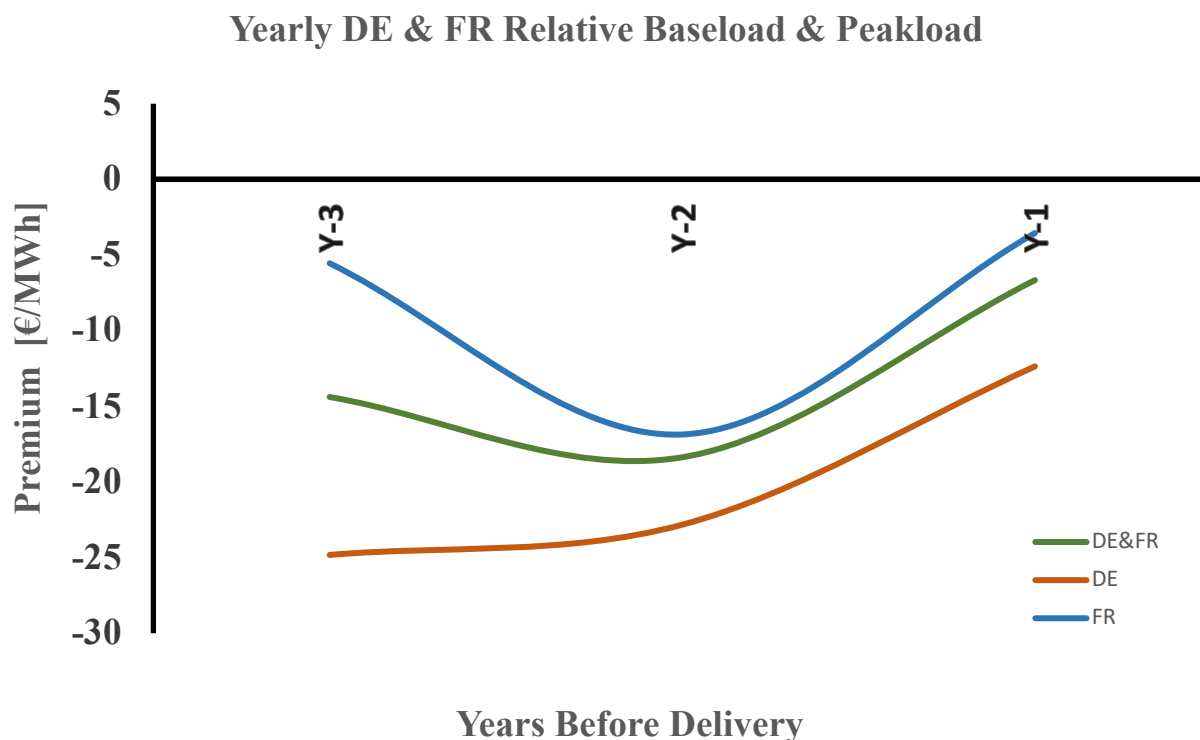


Σχήμα 4.8: Relative risk premium σε ετήσια baseload συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης κατά τα έτη 2016-2019 για τις χώρες της Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR), διάκριση με βάση το πρώτο έτος της παράδοσης

Yearly DE & FR Relative Premium - Peakload



Σχήμα 4.9: Relative risk premium σε ετήσια peakload συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης κατά τα έτη 2016-2019 για τις χώρες της Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR), διάκριση με βάση το πρώτο έτος της παράδοσης



Σχήμα 4.10: Relative risk premium σε ετήσια baseload & peakload συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης κατά τα έτη 2016-2019 για τις χώρες της Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR), διάκριση με βάση το πρώτο έτος της παράδοσης

#### 4.6. Risk Premium σε τριμηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης (Quarterly Futures)

Ομοίως με τα ετήσια, τα συμβόλαια αυτά παρουσιάζουν θετικό risk premium για χρόνο έως Q-3 ακολουθώντας τα μηνιαία και εβδομαδιαία, και στη συνέχεια γίνεται αρνητικό όπως ένα ετήσιο προϊόν. Το σύνολο των αξιόπιστων δεδομένων ανήλθε στα 11.795 συμβόλαια για τις χώρες της Γαλλίας και της Γερμανίας (base & peak). Αναλυτικότερα, τα δεδομένα αυτά καθώς και τα αντίστοιχα αποτελέσματα παρουσιάζονται στους πίνακες που ακολουθούν. Η συμπεριφορά των τριμηνιαίων συμβολαίων άπτεται στην αντίστοιχη συμπεριφορά των μηνιαίων και ετήσιων συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης ενώ χαρακτηρίζονται ως mid – term futures

Το μικρότερο risk premium μετρήθηκε στην χώρα της Γερμανίας και αφορά τα τριμηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης τύπου base σε χρόνο διαπραγμάτευσης Q-7 και ήταν κατά μέσο όρο στα -16,33 €/MWh ενώ το μεγαλύτερο παρατηρήθηκε στη χώρα της Γερμανίας για την base αγορά σε χρόνο Q-1 στην μέση τιμή των 5,28 €/MWh.

#### 4.6.1. Τριμηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας

Πίνακας 4.10: Δεδομένα δείγματος των τριμηνιαίων συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας (DE) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης.

Στην πρώτη στήλη διακρίνεται η κατηγοριοποίηση με βάση το χρόνο, στην δεύτερη το χρονικό διάστημα αναφοράς όλων των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης, ενώ στην τρίτη στήλη οι αντίστοιχες χώρες (DE – Γερμανία). Στην τέταρτη στήλη διακρίνεται ο τύπος του συμβολαίου μελλοντικής εκπλήρωσης ενώ στη συνέχεια κατά σειρά: το μέγεθος του δείγματος, η μέση τιμή, η διάμεσος, η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή, η τυπική απόκλιση και τέλος, η μέση τιμή των ημερών πριν από την πρώτη μέρα της παράδοσης. Όλες οι τιμές ενέργειας είναι σε €/MWh.

Data (Prices €/MWh)										
F	Time Period	Country	Type	Sample Size	Mean	Median	Min	Max	Stdv	Avg Days
Q-1	M1 2017 - M4 2019	DE	Base	569	43,53	42,05	30,78	64,39	8,35	47,3
Q-2	M1 2017 - M4 2019	DE	Base	522	43,13	44,70	31,26	64,08	7,90	137,0
Q-3	M1 2018 - M4 2019	DE	Base	460	41,02	40,08	27,99	56,73	7,96	228,0
Q-4	M1 2018 - M4 2019	DE	Base	397	38,89	38,26	25,87	58,99	8,78	319,1
Q-5	M1 2018 - M4 2019	DE	Base	338	37,18	35,93	26,08	58,77	7,75	409,8
Q-6	M1 2018 - M4 2019	DE	Base	274	34,34	32,41	28,69	45,80	4,49	500,9
Q-7	M1 2019 - M4 2019	DE	Base	218	31,75	31,89	25,36	39,05	3,77	591,5
Q-1	M1 2017 - M4 2019	DE	Peak	567	52,59	51,68	35,91	80,32	11,15	47,3
Q-2	M1 2017 - M4 2019	DE	Peak	520	52,51	53,14	37,11	79,72	9,99	137,0
Q-3	M1 2018 - M4 2019	DE	Peak	459	50,31	49,80	33,79	71,29	10,04	228,0
Q-4	M1 2018 - M4 2019	DE	Peak	395	48,10	48,59	31,50	75,35	11,84	319,0
Q-5	M1 2018 - M4 2019	DE	Peak	336	46,46	45,08	32,12	74,51	10,48	409,7
Q-6	M1 2018 - M4 2019	DE	Peak	273	43,32	41,80	35,11	58,69	6,41	500,8
Q-7	M1 2019 - M4 2019	DE	Peak	217	39,92	39,78	31,13	51,08	5,67	591,4
Q-1	M1 2017 - M4 2019	DE	Base & Peak	1136	48,05	46,37	30,78	80,32	10,84	47,3
Q-2	M1 2017 - M4 2019	DE	Base & Peak	1042	47,81	47,48	31,26	79,72	10,15	137,0
Q-3	M1 2018 - M4 2019	DE	Base & Peak	919	45,66	45,55	27,99	71,29	10,18	228,0
Q-4	M1 2018 - M4 2019	DE	Base & Peak	792	43,48	40,51	25,87	75,35	11,39	319,1
Q-5	M1 2018 - M4 2019	DE	Base & Peak	674	41,81	39,36	26,08	74,51	10,31	409,8
Q-6	M1 2018 - M4 2019	DE	Base & Peak	547	38,83	38,17	28,69	58,69	7,13	500,8
Q-7	M1 2019 - M4 2019	DE	Base & Peak	435	35,83	34,16	25,36	51,08	6,31	591,5



## ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΣΥΜΒΟΛΑΙΩΝ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΚΠΛΗΡΩΣΗΣ ΚΑΙ ΚΙΝΔΥΝΟΣ

Πίνακας 4.11: Absolute risk premium στα τριμηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας (DE) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης.

Στην πρώτη στήλη διακρίνεται η κατηγοριοποίηση με βάση το χρόνο, στη δεύτερη ο τύπος του συμβολαίου, στην τρίτη το μέγεθος του δείγματος, στην τέταρτη η μέση τιμή, στην πέμπτη το μέγεθος t (one sample t- statistic, \* indicates 95% confidence) για την μέση τιμή, ενώ στη συνέχεια, η διάμεσος, η τυπική απόκλιση, η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή των παρατηρήσεων και τέλος, το σύνολο των συμβολαίων που είχαν θετικό risk premium. Όλες οι τιμές είναι σε €/MWh.

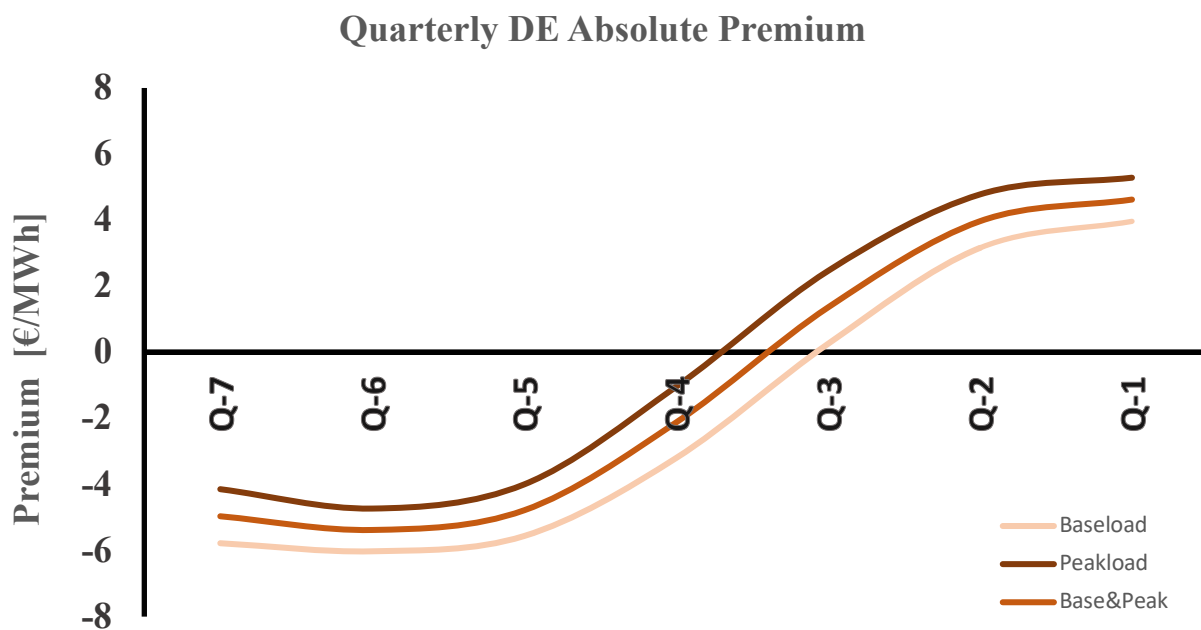
Premium Absolute (Prices €/MWh)									
F	Type	Sample Size	Mean	t-statistic	Median	Stdv	Min	Max	Positive Values
Q-1	Base	569	3,96	2,87*	5,07	8,09	-17,75	21,07	406
Q-2	Base	522	3,16	2,51*	3,79	10,56	-21,13	23,20	345
Q-3	Base	460	0,26	-1,33	1,17	11,95	-21,89	20,14	240
Q-4	Base	397	-3,20	-4,80	-2,02	13,27	-24,97	22,40	154
Q-5	Base	338	-5,56	-6,35	-3,40	13,18	-27,43	0,15	93
Q-6	Base	274	-6,02	-5,89	-5,51	8,47	-22,70	9,21	56
Q-7	Base	218	-5,78	-10,32	-6,90	3,97	-10,44	2,46	37
Q-1	Peak	567	5,28	5,87*	5,46	9,27	-17,86	27,96	410
Q-2	Peak	520	4,78	5,19*	5,56	12,18	-21,57	30,15	310
Q-3	Peak	459	2,46	2,32	3,75	13,57	-22,39	24,96	268
Q-4	Peak	395	-1,04	-1,34	0,20	15,40	-25,54	29,02	202
Q-5	Peak	336	-4,00	-1,22	-1,37	15,01	-27,72	28,18	140
Q-6	Peak	273	-4,73	-2,92	-3,70	9,76	-24,17	12,36	64
Q-7	Peak	217	-4,14	-4,20	-5,31	4,00	-9,26	4,75	45
Q-1	Base & Peak	1136	4,62	6,28*	5,15	8,72	-17,86	27,96	816
Q-2	Base & Peak	1042	3,97	5,58*	4,58	11,43	-21,57	30,15	655
Q-3	Base & Peak	919	1,36	0,85	2,05	12,83	-22,39	24,96	508
Q-4	Base & Peak	792	-2,12	-4,14	-1,25	14,41	-25,54	29,02	356
Q-5	Base & Peak	674	-4,78	-3,27	-2,37	14,15	-27,72	28,18	233
Q-6	Base & Peak	547	-5,38	-6,06	-4,80	9,16	-24,17	12,36	120
Q-7	Base & Peak	435	-4,96	-10,05	-6,30	4,07	-10,44	4,75	82

## ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΣΥΜΒΟΛΑΙΩΝ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΚΠΛΗΡΩΣΗΣ ΚΑΙ ΚΙΝΔΥΝΟΣ

Πίνακας 4.12: Relative risk premium στα τριμηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας (DE) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης.

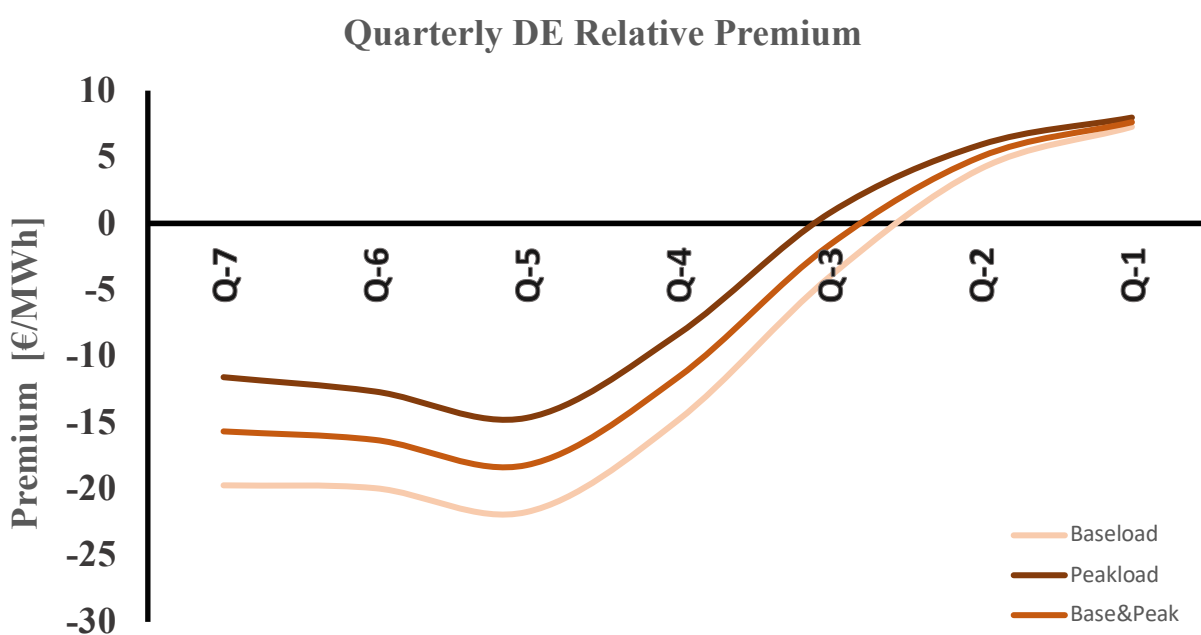
Στην πρώτη στήλη διακρίνεται η κατηγοριοποίηση με βάση το χρόνο, στη δεύτερη ο τύπος του συμβολαίου, στην τρίτη το μέγεθος του δείγματος, στην τέταρτη η μέση τιμή, στην πέμπτη το μέγεθος t (one sample t - statistic, \* indicates 95% confidence) για την μέση τιμή, ενώ στη συνέχεια, η διάμεσος, η τυπική απόκλιση, η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή των παρατηρήσεων και τέλος, το ποσοστό των συμβολαίων που είχαν θετικό risk premium.

Premium Relative									
F	Type	Sample Size	Mean	t-statistic	Median	Stdv	Min	Max	Positive Values
Q-1	Base	569	7,27%	3,05*	12,20%	17,74%	-49,63%	34,01%	71,35%
Q-2	Base	522	4,11%	-0,80	9,42%	25,26%	-65,25%	36,20%	66,09%
Q-3	Base	460	-4,04%	-5,02	2,77%	30,06%	-69,22%	35,51%	52,17%
Q-4	Base	397	-14,83%	-8,79	-5,75%	35,86%	-87,48%	37,98%	38,79%
Q-5	Base	338	-21,73%	-8,24	-9,29%	39,52%	-105,17%	37,75%	27,51%
Q-6	Base	274	-19,93%	-12,22	-17,31%	25,60%	-75,92%	20,12%	20,44%
Q-7	Base	218	-19,72%	-20,06	-22,95%	13,75%	-41,15%	6,31%	16,97%
Q-1	Peak	567	7,97%	4,35*	10,65%	16,25%	-42,55%	36,06%	72,31%
Q-2	Peak	520	5,92%	0,88	11,29%	23,59%	-56,37%	37,82%	59,62%
Q-3	Peak	459	0,76%	-1,76	7,03%	27,28%	-59,79%	35,01%	58,39%
Q-4	Peak	395	-8,35%	-5,66	0,40%	32,82%	-74,46%	38,51%	51,14%
Q-5	Peak	336	-14,64%	-11,79	-3,48%	35,14%	-86,31%	37,82%	41,67%
Q-6	Peak	273	-12,65%	-8,64	-9,45%	22,23%	-60,89%	21,06%	23,44%
Q-7	Peak	217	-11,58%	-27,91	-14,60%	10,31%	-27,30%	9,30%	20,74%
Q-1	Base & Peak	1136	7,62%	5,19*	11,91%	17,02%	-49,63%	36,06%	71,83%
Q-2	Base & Peak	1042	5,01%	0,02	10,30%	24,46%	-65,25%	37,82%	62,86%
Q-3	Base & Peak	919	-1,64%	-4,88	4,52%	28,81%	-69,22%	35,51%	55,28%
Q-4	Base & Peak	792	-11,60%	-10,26	-3,29%	34,53%	-87,48%	38,51%	44,95%
Q-5	Base & Peak	674	-18,20%	-11,88	-6,26%	37,57%	-105,17%	37,82%	34,57%
Q-6	Base & Peak	547	-16,30%	-14,74	-13,24%	24,25%	-75,92%	21,06%	21,94%
Q-7	Base & Peak	435	-15,66%	-23,82	-18,45%	12,82%	-41,15%	9,30%	18,85%



### Quarters Before Delivery

Σχήμα 4.11: Absolute risk premium σε τριμηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης κατά τα έτη 2016-2019 για τη χώρα της Γερμανίας (DE), διάκριση με βάση το πρώτο έτος της παράδοσης



### Quarters Before Delivery

Σχήμα 4.12: Relative risk premium σε τριμηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης κατά τα έτη 2016-2019 για τη χώρα της Γερμανίας (DE), διάκριση με βάση το πρώτο έτος της παράδοσης

#### 4.6.2. Τριμηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γαλλίας

Πίνακας 4.13: Δεδομένα δείγματος των τριμηνιαίων συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης Γαλλίας (FR) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης.

Στην πρώτη στήλη διακρίνεται η κατηγοριοποίηση με βάση το χρόνο, στην δεύτερη το χρονικό διάστημα αναφοράς όλων των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης, ενώ στην τρίτη στήλη οι αντίστοιχες χώρες (FR - Γαλλία). Στην τέταρτη στήλη διακρίνεται ο τύπος του συμβολαίου μελλοντικής εκπλήρωσης ενώ στη συνέχεια κατά σειρά: το μέγεθος του δείγματος, η μέση τιμή, η διάμεσος, η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή, η τυπική απόκλιση και τέλος, η μέση τιμή των ημερών πριν από την πρώτη μέρα της παράδοσης. Όλες οι τιμές ενέργειας είναι σε €/MWh.

Data (Prices €/MWh)										
F	Time Period	Country	Type	Sample Size	Mean	Median	Min	Max	Stdv	Avg Days
Q-1	M1 2016 - M4 2019	FR	Base	884	45,65	42,91	22,22	96,50	15,45	47,9
Q-2	M1 2016 - M4 2019	FR	Base	849	43,23	42,57	22,40	78,77	12,20	137,7
Q-3	M1 2016 - M4 2019	FR	Base	787	40,79	40,38	24,47	66,33	10,76	228,9
Q-4	M1 2017 - M4 2019	FR	Base	724	38,79	37,69	23,48	67,82	10,95	320,2
Q-5	M1 2017 - M4 2019	FR	Base	524	37,87	36,83	21,45	68,36	11,41	409,5
Q-6	M1 2017 - M4 2019	FR	Base	339	36,85	38,44	21,06	53,75	8,68	501,3
Q-7	M1 2017 - M4 2019	FR	Base	184	37,16	37,82	28,94	46,98	5,15	587,4
Q-1	M1 2016 - M4 2019	FR	Peak	883	57,59	50,62	27,20	163,41	23,17	48,0
Q-2	M1 2016 - M4 2019	FR	Peak	847	53,77	52,38	27,45	98,10	15,19	137,7
Q-3	M1 2016 - M4 2019	FR	Peak	785	51,75	50,67	32,32	85,63	13,09	229,0
Q-4	M1 2017 - M4 2019	FR	Peak	722	50,66	47,00	29,00	89,20	14,29	320,3
Q-5	M1 2017 - M4 2019	FR	Peak	227	58,47	51,75	28,00	88,69	13,94	404,7
Q-1	M1 2016 - M4 2019	FR	Base & Peak	1767	51,62	46,72	22,22	163,41	20,58	48,0
Q-2	M1 2016 - M4 2019	FR	Base & Peak	1696	48,49	45,33	22,40	98,10	14,75	137,7
Q-3	M1 2016 - M4 2019	FR	Base & Peak	1572	46,26	43,66	24,47	85,63	13,18	229,0
Q-4	M1 2017 - M4 2019	FR	Base & Peak	1446	44,72	41,70	23,48	89,20	14,04	320,2
Q-5	M1 2017 - M4 2019	FR	Base & Peak	751	44,10	43,12	21,45	88,69	15,47	408,0

## ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΣΥΜΒΟΛΑΙΩΝ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΚΠΛΗΡΩΣΗΣ ΚΑΙ ΚΙΝΔΥΝΟΣ

Πίνακας 4.14: Absolute risk premium στα τριμηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γαλλίας (FR) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης.

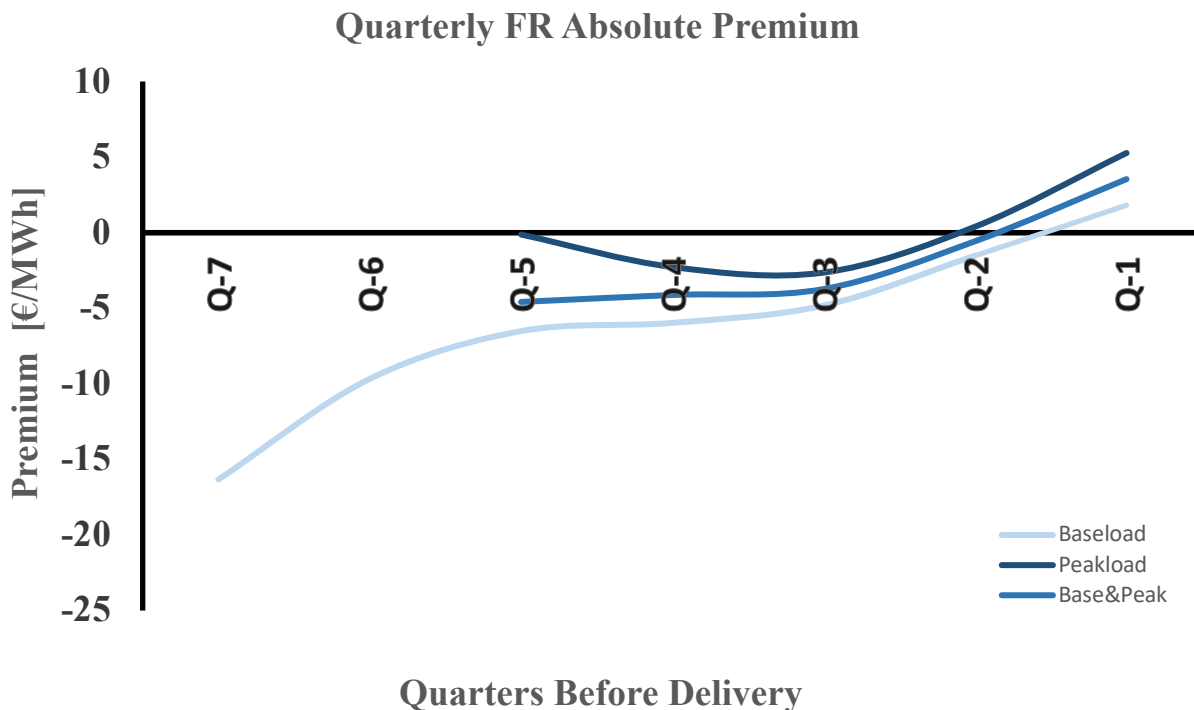
Στην πρώτη στήλη διακρίνεται η κατηγοριοποίηση με βάση το χρόνο, στη δεύτερη ο τύπος του συμβολαίου, στην τρίτη το μέγεθος του δείγματος, στην τέταρτη η μέση τιμή, στην πέμπτη το μέγεθος t (one sample t- statistic, \* indicates 95% confidence) για την μέση τιμή, ενώ στη συνέχεια, η διάμεσος, η τυπική απόκλιση, η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή των παρατηρήσεων και τέλος, το σύνολο των συμβολαίων που είχαν θετικό risk premium. Όλες οι τιμές είναι σε €/MWh.

Premium Absolute (Prices €/MWh)									
F	Country	Sample Size	Mean	t-statistic	Median	Stdv	Min	Max	Positive Values
Q-1	FR	884	1,81	-2,80	0,15	12,63	-22,96	41,52	456
Q-2	FR	849	-1,53	-7,21	-2,65	14,25	-29,71	31,54	322
Q-3	FR	787	-4,82	-11,18	-6,07	14,60	-30,79	26,05	287
Q-4	FR	724	-5,97	-12,00	-8,11	13,38	-27,58	27,54	238
Q-5	FR	524	-6,51	-5,98	-8,38	13,44	-28,91	0,15	157
Q-6	FR	339	-9,67	-11,12	-10,51	11,04	-26,16	13,47	53
Q-7	FR	184	-16,33	-17,53	-21,04	10,29	-27,62	6,70	14
Q-1	FR	883	5,27	3,43*	2,80	19,67	-31,73	97,78	531
Q-2	FR	847	0,39	-2,55	-0,23	18,30	-39,52	42,79	418
Q-3	FR	785	-2,64	-5,52	-3,71	18,45	-40,39	36,03	324
Q-4	FR	722	-2,27	-3,79	-4,59	16,11	-28,13	39,60	288
Q-5	FR	227	-0,13	2,12*	-8,01	20,36	-25,96	39,09	111
Q-1	FR	1767	3,54	1,36	1,07	16,62	-31,73	97,78	987
Q-2	FR	1696	-0,57	-6,43	-1,76	16,43	-39,52	42,79	740
Q-3	FR	1572	-3,73	-11,25	-4,77	16,67	-40,39	36,03	611
Q-4	FR	1446	-4,12	-10,51	-6,36	14,92	-28,13	39,60	526
Q-5	FR	751	-4,58	-2,69	-8,30	16,12	-28,91	39,09	268

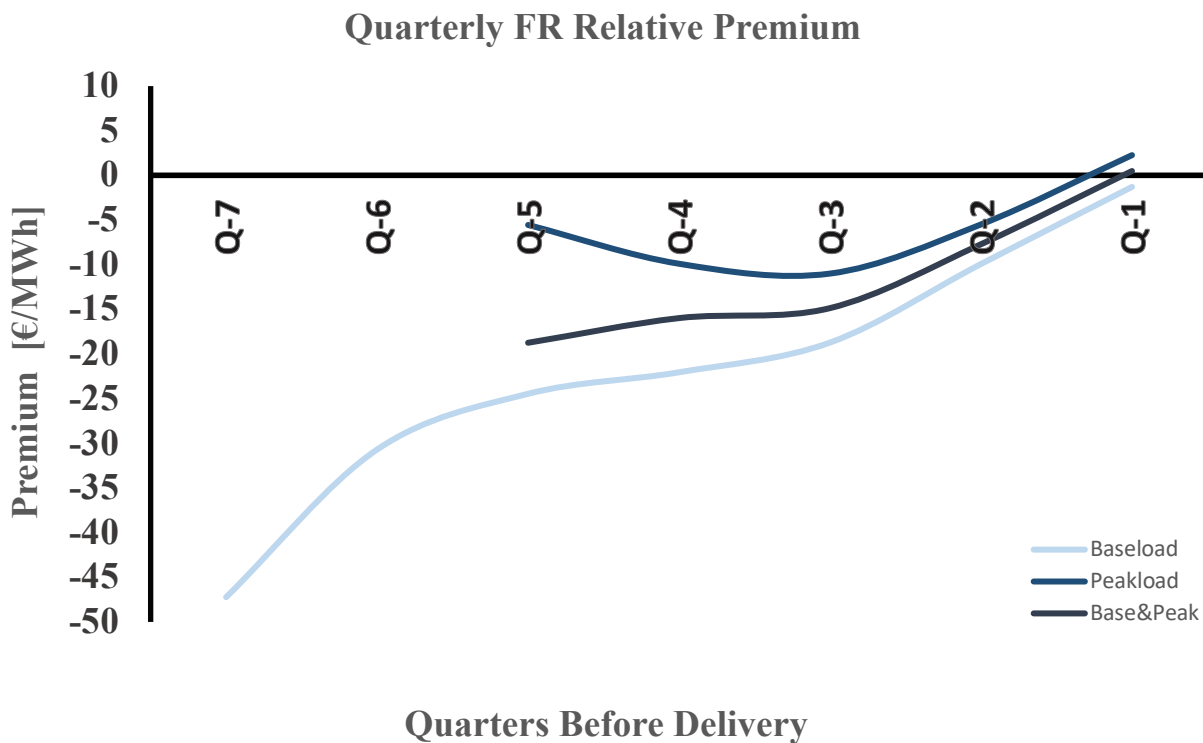
Πίνακας 4.15: Relative risk premium στα τριμηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γαλλίας (FR) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης.

Στην πρώτη στήλη διακρίνεται η κατηγοριοποίηση με βάση το χρόνο, στη δεύτερη ο τύπος του συμβολαίου, στην τρίτη το μέγεθος του δείγματος, στην τέταρτη η μέση τιμή, στην πέμπτη το μέγεθος t (one sample t- statistic, \* indicates 95% confidence) για την μέση τιμή, ενώ στη συνέχεια, η διάμεσος, η τυπική απόκλιση, η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή των παρατηρήσεων και τέλος, το ποσοτό των συμβολαίων που είχαν θετικό risk premium.

Premium Relative									
F	Country	Sample Size	Mean	t-statitic	Median	Stdv	Min	Max	Positive Values
Q-1	FR	884	-1,29%	-7,23	0,35%	25,85%	-62,35%	43,03%	51,58%
Q-2	FR	849	-9,92%	-12,80	-6,79%	33,94%	-98,78%	40,04%	37,93%
Q-3	FR	787	-18,72%	-16,30	-20,90%	37,34%	-106,18%	39,27%	36,47%
Q-4	FR	724	-22,04%	-18,04	-28,94%	34,35%	-93,08%	40,60%	32,87%
Q-5	FR	524	-24,45%	-15,18	-32,26%	35,34%	-102,15%	41,07%	29,96%
Q-6	FR	339	-30,70%	-18,20	-43,56%	30,00%	-86,07%	25,06%	15,63%
Q-7	FR	184	-47,23%	-19,69	-50,97%	31,76%	-95,45%	14,26%	7,61%
Q-1	FR	883	2,27%	-2,89	4,83%	28,07%	-70,45%	59,84%	60,14%
Q-2	FR	847	-5,49%	-8,72	-0,51%	34,98%	-106,10%	43,62%	49,35%
Q-3	FR	785	-10,99%	-10,63	-10,15%	36,86%	-111,03%	42,07%	41,27%
Q-4	FR	722	-9,89%	-9,65	-12,53%	30,32%	-75,02%	44,39%	39,89%
Q-5	FR	227	-5,55%	-2,12	-19,10%	32,27%	-67,70%	44,07%	48,90%
Q-1	FR	1767	0,49%	-7,01	2,64%	27,04%	-70,45%	59,84%	55,86%
Q-2	FR	1696	-7,71%	-15,15	-4,31%	34,54%	-106,10%	43,62%	43,63%
Q-3	FR	1572	-14,86%	-18,98	-13,77%	37,31%	-111,03%	42,07%	38,87%
Q-4	FR	1446	-15,98%	-19,58	-17,03%	32,97%	-93,08%	44,39%	36,38%
Q-5	FR	751	-18,74%	-13,68	-25,11%	35,52%	-102,15%	44,07%	35,69%



Σχήμα 4.13: Absolute risk premium σε τριμηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης κατά τα έτη 2016-2019 για τη χώρα της Γαλλίας (FR), διάκριση με βάση το πρώτο έτος της παράδοσης



Σχήμα 4.14: Relative risk premium σε τριμηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης κατά τα έτη 2016-2019 για τη χώρα της Γαλλίας (FR), διάκριση με βάση το πρώτο έτος της παράδοσης

### 4.6.3. Τριμηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας και Γαλλίας

Πίνακας 4.16: Δεδομένα δείγματος των τριμηνιαίων συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης.

Στην πρώτη στήλη διακρίνεται η κατηγοριοποίηση με βάση το χρόνο, στην δεύτερη το χρονικό διάστημα αναφοράς όλων των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης, ενώ στην τρίτη στήλη οι αντίστοιχες χώρες (DE – Γερμανία, FR - Γαλλία). Στην τέταρτη στήλη διακρίνεται ο τύπος του συμβολαίου μελλοντικής εκπλήρωσης ενώ στη συνέχεια κατά σειρά: το μέγεθος του δείγματος, η μέση τιμή, η διάμεσος, η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή, η τυπική απόκλιση και τέλος, η μέση τιμή των ημερών πριν από την πρώτη μέρα της παράδοσης. Όλες οι τιμές ενέργειας είναι σε €/MWh.

Data (Prices €/MWh)										
F	Time Period	Country	Type	Sample Size	Mean	Median	Min	Max	Stdv	Avg Days
Q-1	M1 2016 - M4 2019	DE & FR	Base	1453	44,82	42,30	22,22	96,50	13,18	47,7
Q-2	M1 2016 - M4 2019	DE & FR	Base	1371	43,19	42,83	22,40	78,77	10,77	137,4
Q-3	M1 2016 - M4 2019	DE & FR	Base	1247	40,87	40,16	24,47	66,33	9,82	228,6
Q-4	M1 2017 - M4 2019	DE & FR	Base	1121	38,83	38,01	23,48	67,82	10,24	319,8
Q-5	M1 2017 - M4 2019	DE & FR	Base	862	37,60	36,41	21,45	68,36	10,14	409,6
Q-6	M1 2017 - M4 2019	DE & FR	Base	613	35,73	34,06	21,06	53,75	7,23	501,1
Q-7	M1 2017 - M4 2019	DE & FR	Base	402	34,23	32,74	25,36	46,98	5,21	589,6
Q-1	M1 2016 - M4 2019	DE & FR	Peak	1450	55,64	51,36	27,20	163,41	19,53	47,7
Q-2	M1 2016 - M4 2019	DE & FR	Peak	1367	53,29	52,81	27,45	98,10	13,46	137,5
Q-3	M1 2016 - M4 2019	DE & FR	Peak	1244	51,22	50,11	32,32	85,63	12,08	228,6
Q-4	M1 2017 - M4 2019	DE & FR	Peak	1117	49,75	48,45	29,00	89,20	13,53	319,8
Q-5	M1 2017 - M4 2019	DE & FR	Peak	563	51,31	48,15	28,00	88,69	13,36	407,7
Q-1	M1 2016 - M4 2019	DE & FR	Base & Peak	2903	50,22	46,59	22,22	163,41	17,51	47,7
Q-2	M1 2016 - M4 2019	DE & FR	Base & Peak	2738	48,23	46,32	22,40	98,10	13,19	137,4
Q-3	M1 2016 - M4 2019	DE & FR	Base & Peak	2491	46,04	44,25	24,47	85,63	12,16	228,6
Q-4	M1 2017 - M4 2019	DE & FR	Base & Peak	2238	44,28	41,33	23,48	89,20	13,18	319,8
Q-5	M1 2017 - M4 2019	DE & FR	Base & Peak	1425	43,02	40,52	21,45	88,69	13,33	408,8



## ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΣΥΜΒΟΛΑΙΩΝ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΚΠΛΗΡΩΣΗΣ ΚΑΙ ΚΙΝΔΥΝΟΣ

Πίνακας 4.17: Absolute risk premium στα τριμηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης.

Στην πρώτη στήλη διακρίνεται η κατηγοριοποίηση με βάση το χρόνο, στη δεύτερη ο τύπος του συμβολαίου, στην τρίτη το μέγεθος του δείγματος, στην τέταρτη η μέση τιμή, στην πέμπτη το μέγεθος t (one sample t- statistic, \* indicates 95% confidence) για την μέση τιμή, ενώ στη συνέχεια, η διάμεσος, η τυπική απόκλιση, η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή των παρατηρήσεων και τέλος, το σύνολο των συμβολαίων που είχαν θετικό risk premium. Όλες οι τιμές είναι σε €/MWh.

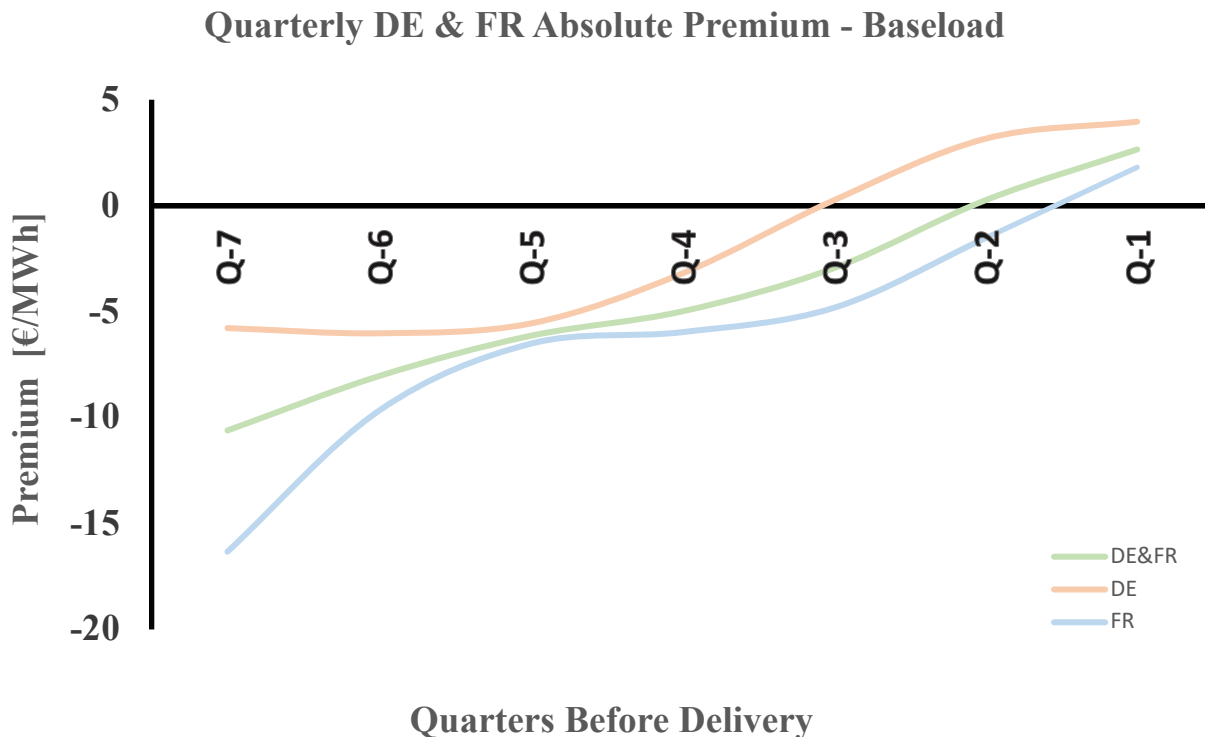
Premium Absolute (Prices €/MWh)									
F	Type	Sample Size	Mean	t-statistic	Median	Stdv	Min	Max	Positive Values
Q-1	Base	1453	2,65	-1,18	2,26	11,13	-22,96	41,52	862
Q-2	Base	1371	0,26	-4,90	-0,53	13,17	-29,71	31,54	667
Q-3	Base	1247	-2,95	-10,03	-4,00	13,90	-30,79	26,05	527
Q-4	Base	1121	-4,99	-12,45	-7,66	13,41	-27,58	27,54	392
Q-5	Base	862	-6,14	-6,91	-4,80	13,35	-28,91	0,15	250
Q-6	Base	613	-8,04	-12,30	-6,08	10,14	-26,16	13,47	109
Q-7	Base	402	-10,61	-16,56	-8,64	9,20	-27,62	6,70	51
Q-1	Peak	1450	5,28	5,28*	3,55	16,41	-31,73	97,78	941
Q-2	Peak	1367	2,06	0,14	1,05	16,39	-39,52	42,79	728
Q-3	Peak	1244	-0,76	-3,64	-1,20	17,00	-40,39	36,03	592
Q-4	Peak	1117	-1,84	-3,87	-3,58	15,87	-28,13	39,60	490
Q-5	Peak	563	-2,44	0,76	-1,46	17,47	-27,72	39,09	251
Q-1	Base & Peak	2903	3,96	3,69*	2,89	14,08	-31,73	97,78	1.803
Q-2	Base & Peak	2738	1,16	-2,95	0,27	14,89	-39,52	42,79	1.395
Q-3	Base & Peak	2491	-1,85	-9,15	-2,34	15,56	-40,39	36,03	1.119
Q-4	Base & Peak	2238	-3,42	-10,94	-4,95	14,77	-28,13	39,60	882
Q-5	Base & Peak	1425	-4,68	-4,16	-3,60	15,22	-28,91	39,09	501

## ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΣΥΜΒΟΛΑΙΩΝ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΚΠΛΗΡΩΣΗΣ ΚΑΙ ΚΙΝΔΥΝΟΣ

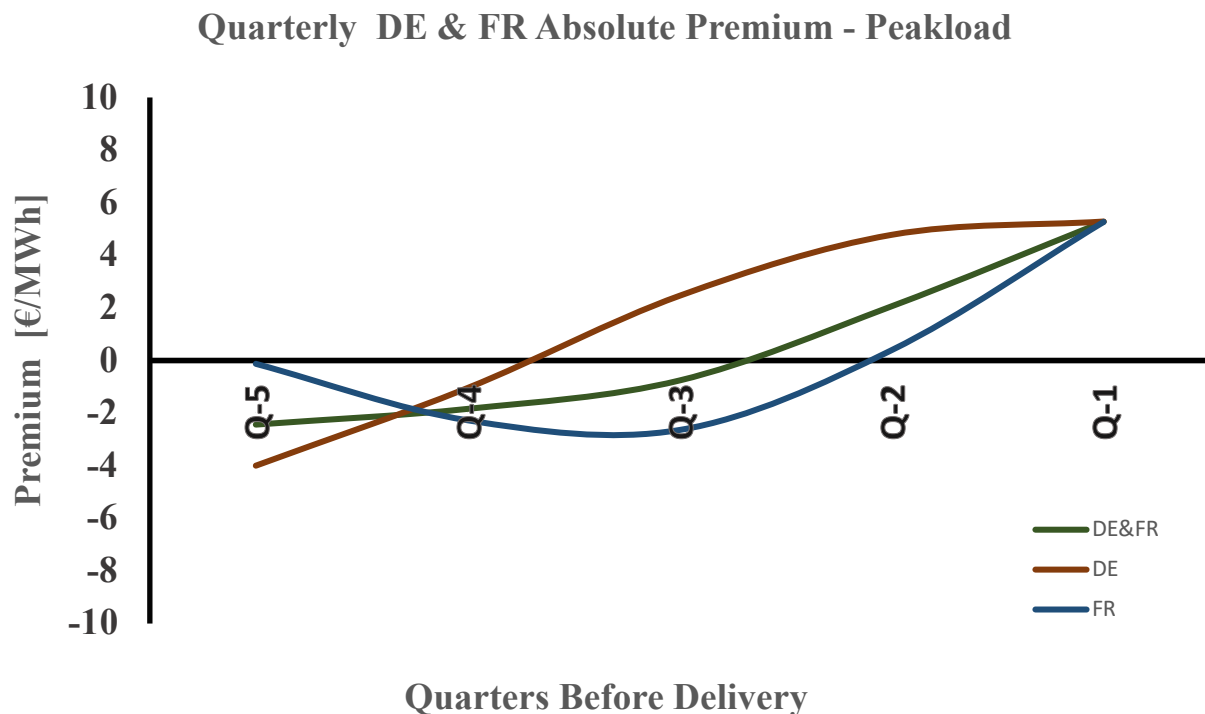
Πίνακας 4.18: Relative risk premium στα τριμηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης.

Στην πρώτη στήλη διακρίνεται η κατηγοριοποίηση με βάση το χρόνο, στη δεύτερη ο τύπος του συμβολαίου, στην τρίτη το μέγεθος του δείγματος, στην τέταρτη η μέση τιμή, στην πέμπτη το μέγεθος t (one sample t- statistic, \* indicates 95% confidence) για την μέση τιμή, ενώ στη συνέχεια, η διάμεσος, η τυπική απόκλιση, η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή των παρατηρήσεων και τέλος, το ποσοτό των συμβολαίων που είχαν θετικό risk premium.

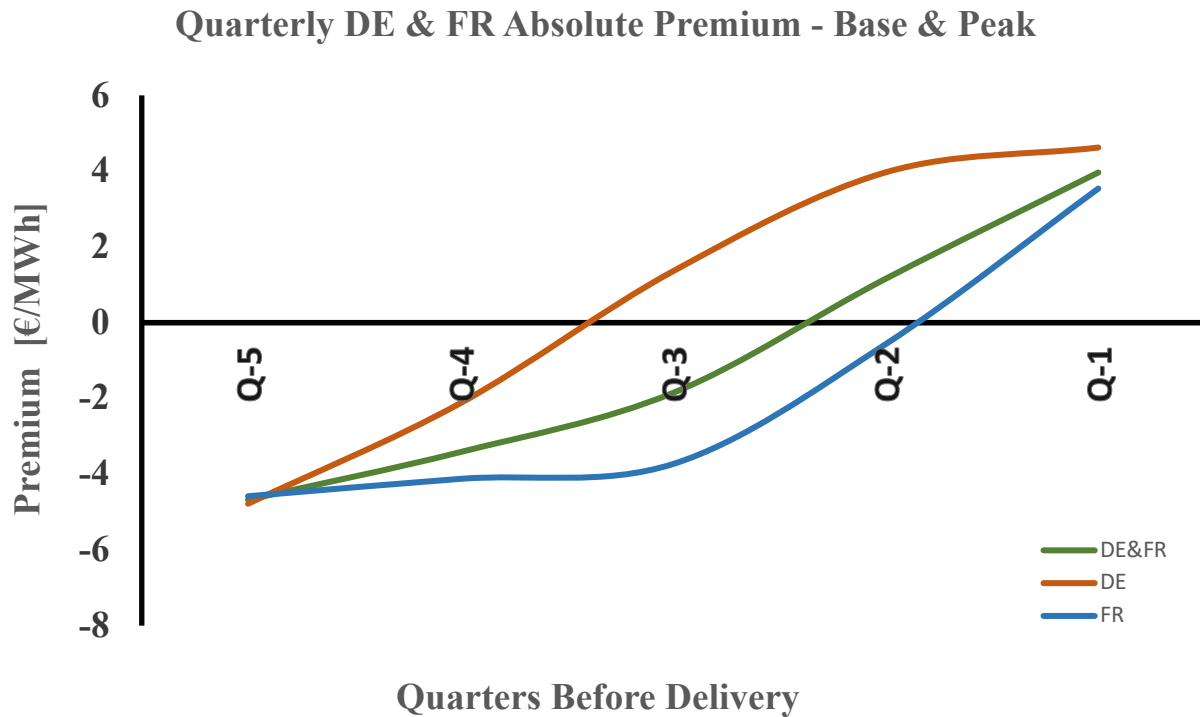
Premium Relative									
F	Type	Sample Size	Mean	t-statistic	Median	Stdv	Min	Max	Positive Values
Q-1	Base	1453	2,07%	-4,78	5,41%	23,39%	-62,35%	43,03%	59,33%
Q-2	Base	1371	-4,58%	-11,19	-1,39%	31,67%	-98,78%	40,04%	48,65%
Q-3	Base	1247	-13,30%	-16,19	-12,47%	35,55%	-106,18%	39,27%	42,26%
Q-4	Base	1121	-19,49%	-19,56	-27,23%	35,07%	-93,08%	40,60%	34,97%
Q-5	Base	862	-23,39%	-17,73	-15,17%	37,06%	-105,17%	41,07%	29,00%
Q-6	Base	613	-25,88%	-21,51	-19,16%	28,63%	-86,07%	25,06%	17,78%
Q-7	Base	402	-32,31%	-22,87	-27,58%	27,42%	-95,45%	14,26%	12,69%
Q-1	Peak	1450	4,50%	-0,79	6,90%	24,30%	-70,45%	59,84%	64,90%
Q-2	Peak	1367	-1,15%	-7,18	2,33%	31,63%	-106,10%	43,62%	53,26%
Q-3	Peak	1244	-6,66%	-9,98	-2,93%	34,12%	-111,03%	42,07%	47,59%
Q-4	Peak	1117	-9,35%	-11,07	-10,12%	31,23%	-75,02%	44,39%	43,87%
Q-5	Peak	563	-10,98%	-6,89	-3,69%	34,30%	-86,31%	44,07%	44,58%
Q-1	Base & Peak	2903	3,28%	-3,88	6,49%	23,88%	-70,45%	59,84%	62,11%
Q-2	Base & Peak	2738	-2,87%	-12,98	0,69%	31,70%	-106,10%	43,62%	50,95%
Q-3	Base & Peak	2491	-9,98%	-18,51	-6,76%	35,00%	-111,03%	42,07%	44,92%
Q-4	Base & Peak	2238	-14,43%	-21,72	-13,63%	33,59%	-93,08%	44,39%	39,41%
Q-5	Base & Peak	1425	-18,48%	-18,07	-10,69%	36,50%	-105,17%	44,07%	35,16%



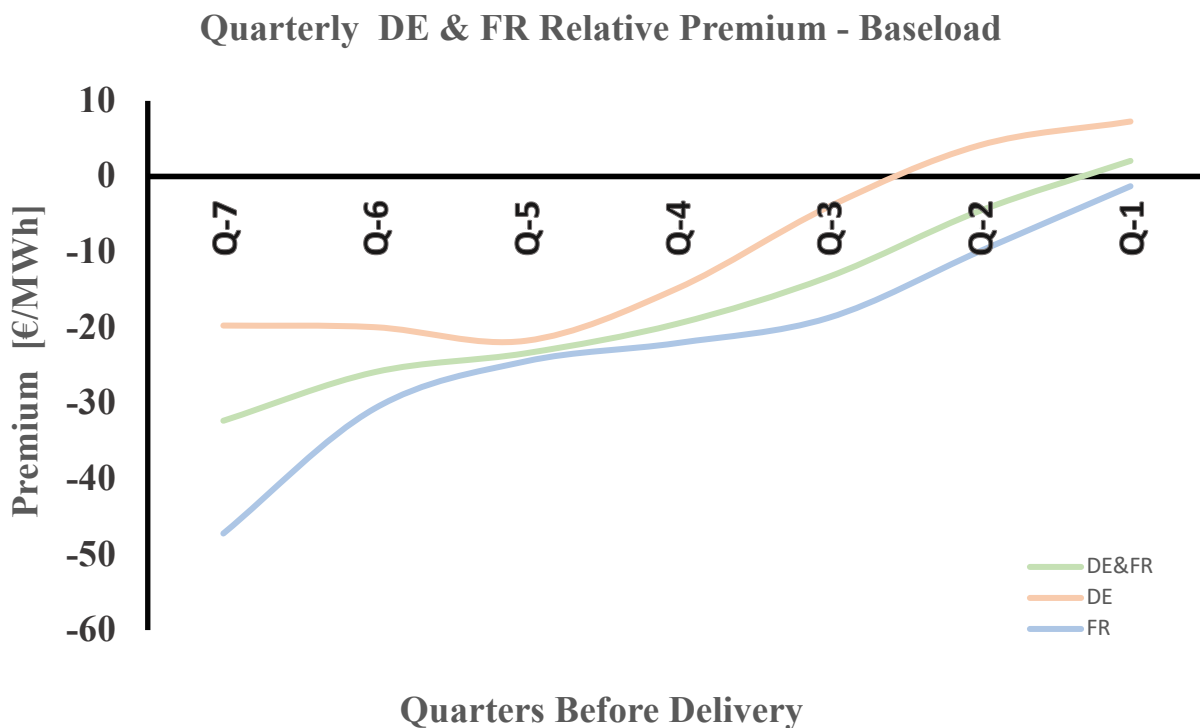
Σχήμα 4.15: Absolute risk premium σε τριμηνιαία baseload συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης κατά τα έτη 2016-2019 για τις χώρες της Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR), διάκριση με βάση το πρώτο έτος της παράδοσης



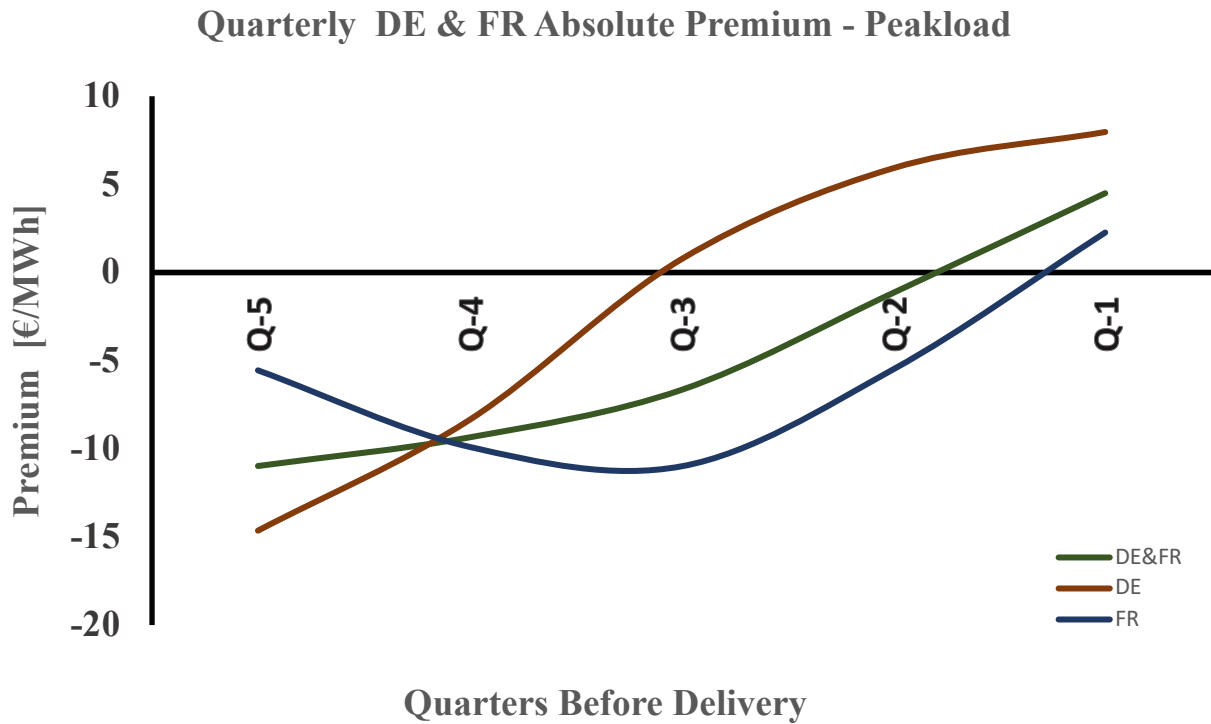
Σχήμα 4.16: Absolute risk premium σε τριμηνιαία peakload συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης κατά τα έτη 2016-2019 για τις χώρες της Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR), διάκριση με βάση το πρώτο έτος της παράδοσης



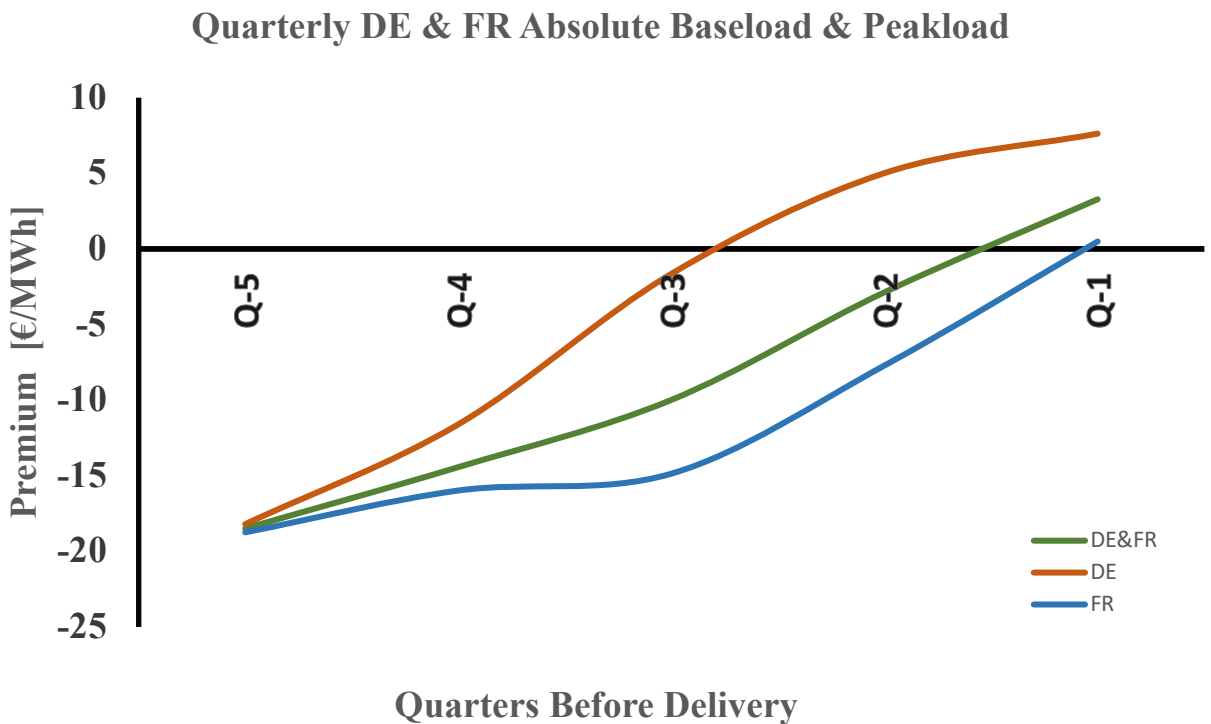
Σχήμα 4.17: Absolute risk premium σε τριμηνιαία baseload & peakload συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης κατά τα έτη 2016-2019 για τις χώρες της Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR), διάκριση με βάση το πρώτο έτος της παράδοσης



Σχήμα 4.18: Relative risk premium σε τριμηνιαία baseload συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης κατά τα έτη 2016-2019 για τις χώρες της Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR), διάκριση με βάση το πρώτο έτος της παράδοσης



Σχήμα 4.19: Relative risk premium σε τριμηνιαία peakload συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης κατά τα έτη 2016-2019 για τις χώρες της Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR), διάκριση με βάση το πρώτο έτος της παράδοσης



Σχήμα 4.20: Relative risk premium σε τριμηνιαία baseload & peakload συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης κατά τα έτη 2016-2019 για τις χώρες της Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR), διάκριση με βάση το πρώτο έτος της παράδοσης

## 4.7. Risk Premium σε μηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης (Monthly Futures)

### 4.7.1. Μηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας

Τα μηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης αποτελούν το πιο αξιόπιστο δείγμα λόγω του μεγάλου όγκου (13.478) αλλά και της πολύ μεγάλης ρευστότητας αποτελώντας το πιο δημοφιλές προϊόν στην προθεσμιακή αγορά ηλεκτρικής ενέργειας. Σύμφωνα με τις αναφορές που παρουσιάστηκαν προηγουμένως, τα συμβόλαια αυτά θα έπρεπε να παρουσιάσουν θετικό risk premium. Σε όλα τα δείγματα που εξετάστηκαν το risk premium ήταν θετικό ανεξαρτήτως χρόνου. Η μεγαλύτερη τιμή παρατηρήθηκε στο μηνιαίο συμβόλαιο peak Γαλλίας σε χρόνο M-2 και ήταν μεσοσταθμικά στα 7,32 €/MWh, ομοίως η μικρότερη τιμή αφορά την base αγορά της Γαλλίας για χρόνο M-2 και ήταν κατά μέσο όρο 2,08 €/MWh.

Η συμπεριφορά αυτή των μηνιαίων συμβολαίων δικαιολογείται από την ανάγκη των προμηθευτών να αντισταθμίσουν την έκθεση τους στις μεγάλες και απότομες διακυμάνσεις του φορτίου και άρα της τιμής προμήθειας. Στο σύνολο τους, η προμηθευτές σε αντίθεση με τους παραγωγούς, προτιμούν mid term συμβόλαια για να αντισταθμίσουν την θέση τους στην αγορά (short) κάτι που τους οδηγεί σε θέση αγοραστή (long) στην προθεσμιακή αγορά οδηγώντας τις τιμές σε μεγαλύτερα επίπεδα. Η αυτή συμπεριφορά των παραγωγών δικαιολογείται επίσης και από το γεγονός ότι το risk premium παρουσιάζει πολύ μεγαλύτερες τιμές στις peak αγορές από' τι στις base καθώς ο κίνδυνος και η έκθεση τους στις πρώτες είναι πολύ μεγαλύτερος.

## ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΣΥΜΒΟΛΑΙΩΝ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΚΠΛΗΡΩΣΗΣ ΚΑΙ ΚΙΝΔΥΝΟΣ

Πίνακας 4.19: Δεδομένα δείγματος των μηνιαίων συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας (DE) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης.

Στην πρώτη στήλη διακρίνεται η κατηγοριοποίηση με βάση το χρόνο, στην δεύτερη το χρονικό διάστημα αναφοράς όλων των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης, ενώ στην τρίτη στήλη οι αντίστοιχες χώρες (DE – Γερμανία). Στην τέταρτη στήλη διακρίνεται ο τύπος του συμβολαίου μελλοντικής εκπλήρωσης ενώ στη συνέχεια κατά σειρά: το μέγεθος του δείγματος, η μέση τιμή, η διάμεσος, η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή, η τυπική απόκλιση και τέλος, η μέση τιμή των ημερών πριν από την πρώτη μέρα της παράδοσης. Όλες οι τιμές ενέργειας είναι σε €/MWh.

Data (Prices €/MWh)										
F	Time Period	Country	Type	Sample Size	Mean	Median	Min	Max	Stdv	Avg Days
M-1	M1 2017 - M12 2019	DE	Base	639	42,35	40,22	29,75	64,27	8,74	15,7
M-2	M1 2017 - M12 2019	DE	Base	617	43,27	42,01	29,31	70,11	8,93	46,1
M-3	M1 2017 - M12 2019	DE	Base	593	43,60	42,85	29,10	65,55	8,55	76,6
M-4	M1 2017 - M12 2019	DE	Base	572	43,63	43,62	30,10	68,64	8,51	107,0
M-5	M1 2017 - M12 2019	DE	Base	549	43,78	44,87	31,16	67,00	8,08	137,4
M-6	M1 2017 - M12 2019	DE	Base	525	43,26	44,00	30,81	61,86	7,92	167,8
M-7	M1 2017 - M12 2019	DE	Base	404	44,47	47,09	30,00	57,46	7,42	197,9
M-8	M1 2018 - M12 2019	DE	Base	380	44,34	46,13	30,22	55,90	6,85	228,4
M-9	M1 2018 - M12 2019	DE	Base	311	45,40	44,84	32,05	57,16	6,03	258,4
M-1	M1 2017 - M12 2019	DE	Peak	634	50,61	47,45	34,43	80,05	11,48	15,7
M-2	M1 2017 - M12 2019	DE	Peak	613	52,03	50,06	33,48	87,81	12,10	46,1
M-3	M1 2017 - M12 2019	DE	Peak	590	52,69	50,74	33,44	82,52	11,72	76,6
M-4	M1 2017 - M12 2019	DE	Peak	569	53,05	52,01	34,91	86,26	11,51	107,0
M-5	M1 2017 - M12 2019	DE	Peak	546	53,46	53,53	36,85	84,95	10,63	137,5
M-6	M1 2017 - M12 2019	DE	Peak	522	52,67	51,40	36,55	77,70	9,89	167,9
M-1	M1 2017 - M12 2019	DE	Base & Peak	1273	46,46	43,53	29,75	80,05	11,00	15,7
M-2	M1 2017 - M12 2019	DE	Base & Peak	1230	47,64	44,60	29,31	87,81	11,49	46,1
M-3	M1 2017 - M12 2019	DE	Base & Peak	1183	48,14	46,21	29,10	82,52	11,21	76,6
M-4	M1 2017 - M12 2019	DE	Base & Peak	1141	48,33	46,78	30,10	86,26	11,16	107,0
M-5	M1 2017 - M12 2019	DE	Base & Peak	1095	48,60	48,26	31,16	84,95	10,61	137,4
M-6	M1 2017 - M12 2019	DE	Base & Peak	1047	47,95	47,53	30,81	77,70	10,12	167,8

## ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΣΥΜΒΟΛΑΙΩΝ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΚΠΛΗΡΩΣΗΣ ΚΑΙ ΚΙΝΔΥΝΟΣ

Πίνακας 4.20: Absolute risk premium στα μηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας (DE) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης.

Στην πρώτη στήλη διακρίνεται η κατηγοριοποίηση με βάση το χρόνο, στη δεύτερη ο τύπος του συμβολαίου, στην τρίτη το μέγεθος του δείγματος, στην τέταρτη η μέση τιμή, στην πέμπτη το μέγεθος t (one sample t- statistic, \* indicates 95% confidence) για την μέση τιμή, ενώ στη συνέχεια, η διάμεσος, η τυπική απόκλιση, η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή των παρατηρήσεων και τέλος, το σύνολο των συμβολαίων που είχαν θετικό risk premium. Όλες οι τιμές είναι σε €/MWh.

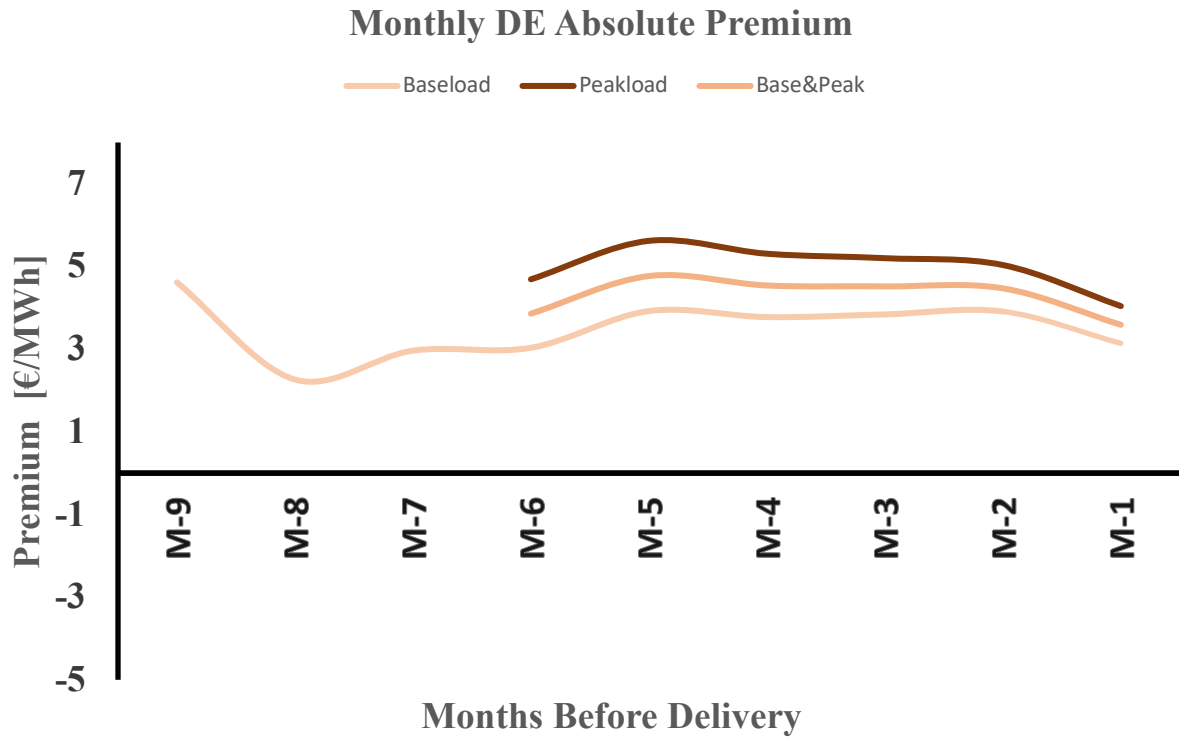
Premium Absolute (Prices €/MWh)									
F	Type	Sample Size	Mean	t-statistic	Median	Stdv	Min	Max	Positive Values
M-1	Base	639	3,14	5,12*	2,44	5,47	-9,95	18,48	452
M-2	Base	617	3,91	6,37*	3,97	7,45	-14,42	22,02	453
M-3	Base	593	3,84	5,11*	4,76	8,77	-20,92	23,55	402
M-4	Base	572	3,78	4,31*	5,22	9,85	-21,84	22,68	376
M-5	Base	549	3,92	4,18*	4,66	10,76	-25,03	0,15	380
M-6	Base	525	3,03	2,09*	3,28	11,28	-25,38	27,23	324
M-7	Base	404	2,96	1,52	8,94	12,75	-24,65	22,59	246
M-8	Base	380	2,26	0,39	7,19	13,21	-23,00	20,46	232
M-9	Base	311	4,61	3,89*	7,37	11,84	-21,70	21,41	222
M-1	Peak	634	4,04	7,96*	3,17	6,45	-8,41	26,33	470
M-2	Peak	613	5,04	8,62*	3,93	8,72	-13,46	31,30	457
M-3	Peak	590	5,20	7,60*	5,19	10,22	-21,48	29,00	429
M-4	Peak	569	5,31	6,80*	5,33	11,60	-22,45	33,52	407
M-5	Peak	546	5,62	6,79*	5,56	12,44	-25,36	35,54	387
M-6	Peak	522	4,69	4,78*	5,34	12,83	-25,66	30,52	332
M-1	Base & Peak	1273	3,59	9,45*	2,69	6,00	-9,95	26,33	922
M-2	Base & Peak	1230	4,47	10,67*	3,94	8,12	-14,42	31,30	910
M-3	Base & Peak	1183	4,52	9,1*	4,94	9,55	-21,48	29,00	831
M-4	Base & Peak	1141	4,54	7,95*	5,25	10,79	-22,45	33,52	783
M-5	Base & Peak	1095	4,77	7,86*	4,79	11,66	-25,36	35,54	767
M-6	Base & Peak	1047	3,86	4,94*	3,45	12,11	-25,66	30,52	656



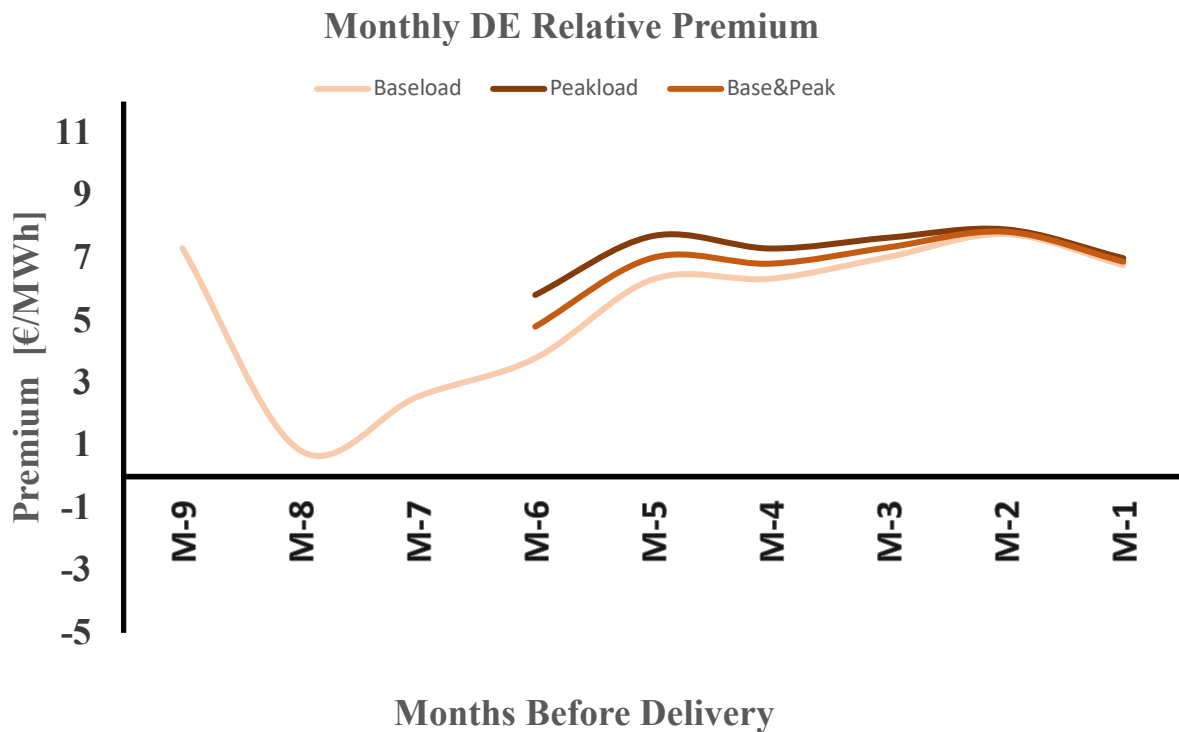
Πίνακας 4.21: Relative risk premium στα μηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας (DE) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης.

Στην πρώτη στήλη διακρίνεται η κατηγοριοποίηση με βάση το χρόνο, στη δεύτερη ο τύπος του συμβολαίου, στην τρίτη το μέγεθος του δείγματος, στην τέταρτη η μέση τιμή, στην πέμπτη το μέγεθος t (one sample t - statistic, \* indicates 95% confidence) για την μέση τιμή, ενώ στη συνέχεια, η διάμεσος, η τυπική απόκλιση, η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή των παρατηρήσεων και τέλος, το ποσοστό των συμβολαίων που είχαν θετικό risk premium.

Premium Relative									
F	Type	Sample Size	Mean	t-statistic	Median	Stdv	Min	Max	Positive Values
M-1	Base	639	6,77%	3,74*	6,16%	11,93%	-22,79%	35,19%	70,74%
M-2	Base	617	7,76%	4,28*	8,57%	16,00%	-34,52%	41,66%	73,42%
M-3	Base	593	7,03%	2,47*	10,81%	19,95%	-59,31%	43,47%	67,79%
M-4	Base	572	6,33%	1,38	12,39%	23,06%	-63,58%	41,50%	65,73%
M-5	Base	549	6,31%	1,22	11,55%	25,17%	-80,33%	44,62%	69,22%
M-6	Base	525	3,79%	-1,03	9,38%	26,98%	-82,38%	47,06%	61,71%
M-7	Base	404	2,55%	-1,57	18,08%	31,31%	-78,15%	42,45%	60,89%
M-8	Base	380	0,84%	-2,54	15,27%	31,90%	-69,30%	39,03%	61,05%
M-9	Base	311	7,31%	1,50	15,58%	27,15%	-62,92%	38,11%	71,38%
M-1	Peak	634	6,99%	4,68*	6,57%	10,68%	-18,30%	37,56%	74,13%
M-2	Peak	613	7,91%	4,95*	8,20%	14,53%	-29,08%	41,80%	74,55%
M-3	Peak	590	7,64%	3,45*	10,46%	18,59%	-52,73%	43,62%	72,71%
M-4	Peak	569	7,30%	2,54*	10,82%	21,60%	-56,46%	40,73%	71,53%
M-5	Peak	546	7,70%	2,72*	10,08%	23,23%	-68,81%	44,63%	70,88%
M-6	Peak	522	5,81%	0,74	8,17%	25,09%	-70,20%	44,88%	63,60%
M-1	Base & Peak	1273	6,88%	5,91*	6,25%	11,33%	-22,79%	37,56%	72,43%
M-2	Base & Peak	1230	7,84%	6,51*	8,41%	15,29%	-34,52%	41,80%	73,98%
M-3	Base & Peak	1183	7,33%	4,16*	10,69%	19,29%	-59,31%	43,62%	70,25%
M-4	Base & Peak	1141	6,81%	2,74*	11,50%	22,35%	-63,58%	41,50%	68,62%
M-5	Base & Peak	1095	7,00%	2,74*	11,10%	24,23%	-80,33%	44,63%	70,05%
M-6	Base & Peak	1047	4,80%	-0,25	8,84%	26,08%	-82,38%	47,06%	62,66%



Σχήμα 4.21: Absolute risk premium σε μηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης κατά τα έτη 2016-2019 για τη χώρα της Γερμανίας (DE), διάκριση με βάση το πρώτο έτος της παράδοσης



Σχήμα 4.22: Relative risk premium σε μηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης κατά τα έτη 2016-2019 για τη χώρα της Γερμανίας (DE), διάκριση με βάση το πρώτο έτος της παράδοσης

#### 4.7.2. Μηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γαλλίας

Πίνακας 4.22: Δεδομένα δείγματος των μηνιαίων συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης Γαλλίας (FR) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης.

Στην πρώτη στήλη διακρίνεται η κατηγοριοποίηση με βάση το χρόνο, στην δεύτερη το χρονικό διάστημα αναφοράς όλων των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης, ενώ στην τρίτη στήλη οι αντίστοιχες χώρες (FR - Γαλλία). Στην τέταρτη στήλη διακρίνεται ο τύπος του συμβολαίου μελλοντικής εκπλήρωσης ενώ στη συνέχεια κατά σειρά: το μέγεθος του δείγματος, η μέση τιμή, η διάμεσος, η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή, η τυπική απόκλιση και τέλος, η μέση τιμή των ημερών πριν από την πρώτη μέρα της παράδοσης. Όλες οι τιμές ενέργειας είναι σε €/MWh.

Data (Prices €/MWh)										
F	Time Period	Country	Type	Sample Size	Mean	Median	Min	Max	Stdv	Avg Days until
M-1	M1 2016 - M12 2019	FR	Base	959	46,13	41,42	21,23	138,00	17,10	15,8
M-2	M1 2016 - M12 2019	FR	Base	939	46,84	41,65	20,78	138,87	18,86	46,2
M-3	M1 2016 - M12 2019	FR	Base	914	46,02	41,38	20,24	100,36	16,52	76,7
M-4	M1 2016 - M12 2019	FR	Base	740	46,58	45,38	21,11	86,00	14,39	106,6
M-5	M1 2016 - M12 2019	FR	Base	594	49,25	48,10	22,88	83,03	12,21	137,3
M-6	M1 2016 - M12 2019	FR	Base	483	50,02	49,49	26,26	75,27	11,12	167,4
M-1	M1 2016 - M12 2019	FR	Peak	955	57,16	48,05	25,03	226,67	26,42	15,8
M-2	M1 2016 - M12 2019	FR	Peak	934	59,19	49,31	25,64	259,25	30,45	46,2
M-3	M1 2016 - M12 2019	FR	Peak	911	58,10	50,04	25,50	166,75	24,87	76,7
M-4	M1 2016 - M12 2019	FR	Peak	148	59,99	64,67	27,59	99,79	17,54	101,8
M-1	M1 2016 - M12 2019	FR	Base & Peak	1914	51,63	44,94	21,23	226,67	22,92	15,8
M-2	M1 2016 - M12 2019	FR	Base & Peak	1873	53,00	45,90	20,78	259,25	26,06	46,2
M-3	M1 2016 - M12 2019	FR	Base & Peak	1825	52,05	46,95	20,24	166,75	21,95	76,7
M-4	M1 2016 - M12 2019	FR	Base & Peak	888	48,81	46,17	21,11	99,79	15,78	105,8

## ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΣΥΜΒΟΛΑΙΩΝ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΚΠΛΗΡΩΣΗΣ ΚΑΙ ΚΙΝΔΥΝΟΣ

Πίνακας 4.23: Absolute risk premium στα μηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γαλλίας (FR) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης.

Στην πρώτη στήλη διακρίνεται η κατηγοριοποίηση με βάση το χρόνο, στη δεύτερη ο τύπος του συμβολαίου, στην τρίτη το μέγεθος του δείγματος, στην τέταρτη η μέση τιμή, στην πέμπτη το μέγεθος t (one sample t- statistic, \* indicates 95% confidence) για την μέση τιμή, ενώ στη συνέχεια, η διάμεσος, η τυπική απόκλιση, η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή των παρατηρήσεων και τέλος, το σύνολο των συμβολαίων που είχαν θετικό risk premium. Όλες οι τιμές είναι σε €/MWh.

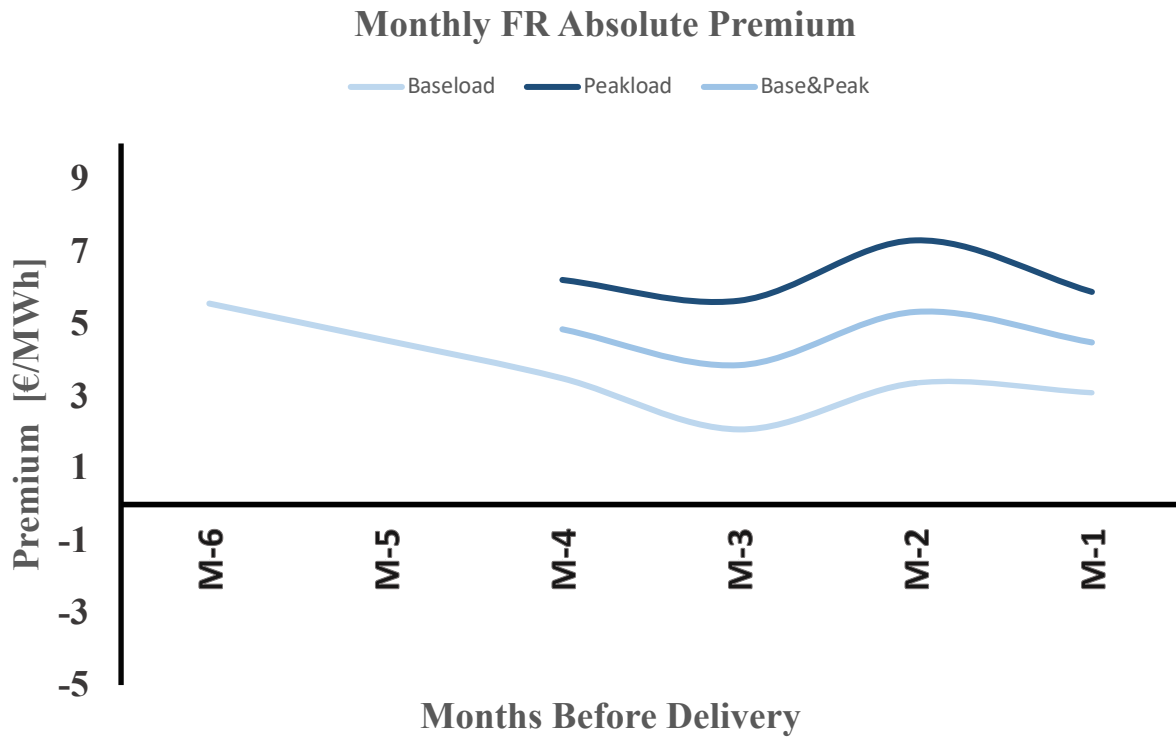
Premium Absolute (Prices €/MWh)									
F	Type	Sample Size	Mean	t-statistic	Median	Stdv	Min	Max	Positive Values
M-1	Base	959	3,10	3,11*	0,68	10,90	-24,35	78,74	533
M-2	Base	939	3,36	3,29*	1,58	12,69	-26,02	60,87	534
M-3	Base	914	2,08	0,18	-0,26	13,80	-25,76	43,84	447
M-4	Base	740	3,49	2,99*	1,33	13,54	-25,46	32,09	396
M-5	Base	594	4,55	4,22*	7,16	14,67	-27,51	0,15	372
M-6	Base	483	5,57	5,31*	8,01	14,73	-27,48	34,16	331
M-1	Peak	955	5,89	6,44*	1,40	18,64	-25,37	156,25	599
M-2	Peak	934	7,32	7,36*	3,38	22,05	-40,66	163,13	569
M-3	Peak	911	5,64	5,11*	1,98	21,51	-41,44	106,79	521
M-4	Peak	148	6,22	6,68*	14,04	17,50	-40,32	39,21	92
M-1	Base & Peak	1914	4,49	7,10*	1,08	15,33	-25,37	156,25	1.132
M-2	Base & Peak	1873	5,34	7,97*	2,57	18,09	-40,66	163,13	1.103
M-3	Base & Peak	1825	3,86	4,37*	0,81	18,15	-41,44	106,79	968
M-4	Base & Peak	888	4,85	5,82*	3,17	14,60	-40,32	39,21	488

## ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΣΥΜΒΟΛΑΙΩΝ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΚΠΛΗΡΩΣΗΣ ΚΑΙ ΚΙΝΔΥΝΟΣ

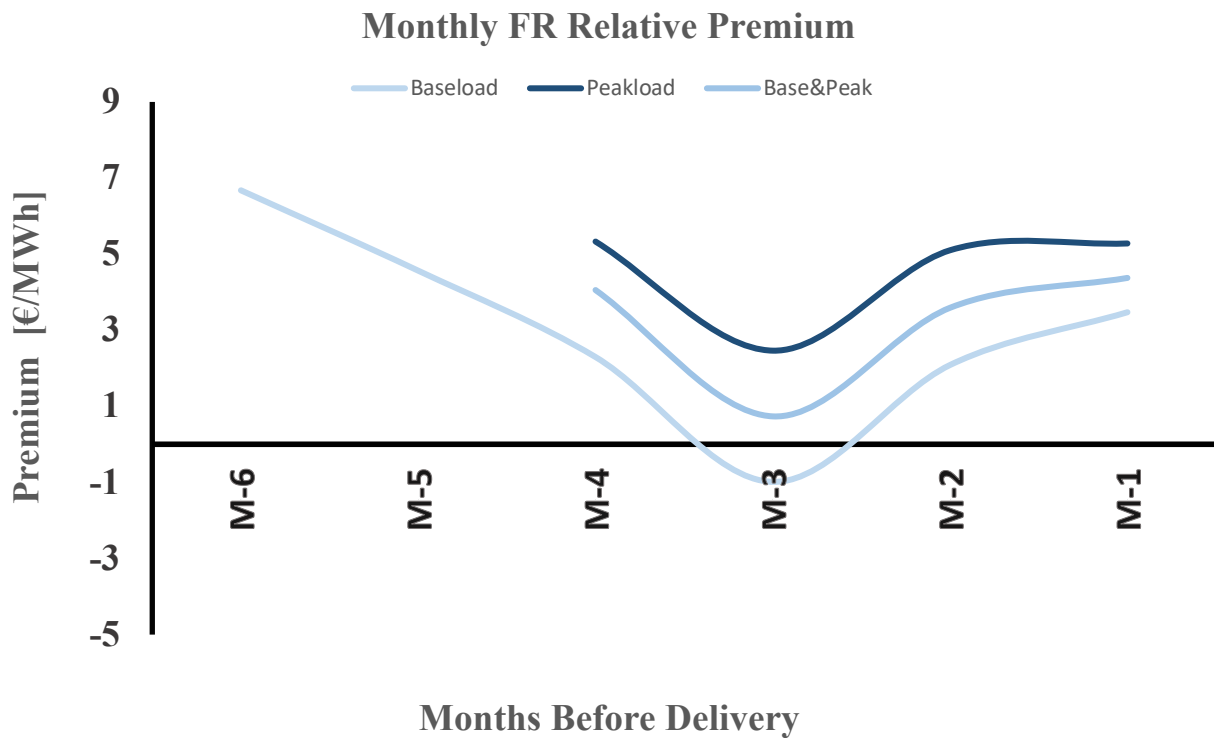
Πίνακας 4.24: Relative risk premium στα μηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γαλλίας (FR) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης.

Στην πρώτη στήλη διακρίνεται η κατηγοριοποίηση με βάση το χρόνο, στη δεύτερη ο τύπος του συμβολαίου, στην τρίτη το μέγεθος του δείγματος, στην τέταρτη η μέση τιμή, στην πέμπτη το μέγεθος t (one sample t- statistic, \* indicates 95% confidence) για την μέση τιμή, ενώ στη συνέχεια, η διάμεσος, η τυπική απόκλιση, η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή των παρατηρήσεων και τέλος, το ποσοστό των συμβολαίων που είχαν θετικό risk premium.

Premium Relative									
F	Country	Sample Size	Mean	t-statistic	Median	Stdv	Min	Max	Positive Values
M-1	FR	959	3,47%	-2,61	1,76%	18,11%	-56,45%	57,06%	55,58%
M-2	FR	939	2,09%	-3,86	3,87%	23,08%	-66,52%	46,72%	56,87%
M-3	FR	914	-0,99%	-6,60	-0,73%	27,42%	-70,77%	48,27%	48,91%
M-4	FR	740	2,30%	-2,59	4,57%	28,33%	-71,92%	44,95%	53,51%
M-5	FR	594	4,56%	-0,34	14,88%	30,96%	-89,06%	47,32%	62,63%
M-6	FR	483	6,68%	1,14	15,48%	32,39%	-88,88%	50,22%	68,53%
M-1	FR	955	5,28%	0,46	3,31%	18,66%	-57,17%	68,93%	62,72%
M-2	FR	934	5,10%	0,13	7,16%	24,89%	-82,71%	62,92%	60,92%
M-3	FR	911	2,46%	-2,58	3,80%	29,68%	-85,65%	64,04%	57,19%
M-4	FR	148	5,33%	3,41*	23,68%	27,92%	-81,45%	47,72%	62,16%
M-1	FR	1914	4,37%	-1,49	2,72%	18,41%	-57,17%	68,93%	59,14%
M-2	FR	1873	3,59%	-2,54	5,90%	24,05%	-82,71%	62,92%	58,89%
M-3	FR	1825	0,74%	-6,36	1,82%	28,62%	-85,65%	64,04%	53,04%
M-4	FR	888	4,06%	-0,99	8,90%	28,54%	-81,45%	47,72%	54,95%



Σχήμα 4.23: Absolute risk premium σε μηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης κατά τα έτη 2016-2019 για τη χώρα της Γαλλίας (FR), διάκριση με βάση το πρώτο έτος της παράδοσης



Σχήμα 4.24: Relative risk premium σε μηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης κατά τα έτη 2016-2019 για τη χώρα της Γαλλίας (FR), διάκριση με βάση το πρώτο έτος της παράδοσης

### 4.7.3. Μηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας και Γαλλίας

Πίνακας 4.25: Δεδομένα δείγματος των μηνιαίων συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης.

Στην πρώτη στήλη διακρίνεται η κατηγοριοποίηση με βάση το χρόνο, στην δεύτερη το χρονικό διάστημα αναφοράς όλων των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης, ενώ στην τρίτη στήλη οι αντίστοιχες χώρες (DE – Γερμανία, FR - Γαλλία). Στην τέταρτη στήλη διακρίνεται ο τύπος του συμβολαίου μελλοντικής εκπλήρωσης ενώ στη συνέχεια κατά σειρά: το μέγεθος του δείγματος, η μέση τιμή, η διάμεσος, η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή, η τυπική απόκλιση και τέλος, η μέση τιμή των ημερών πριν από την πρώτη μέρα της παράδοσης. Όλες οι τιμές ενέργειας είναι σε €/MWh.

Data (Prices €/MWh)										
F	Time Period	Country	Type	Sample Size	Mean	Median	Min	Max	Stdv	Avg Days
M-1	M1 2016 - M12 2019	DE & FR	Base	1598	44,62	40,54	21,23	138,00	14,47	15,7
M-2	M1 2016 - M12 2019	DE & FR	Base	1556	45,43	41,93	20,78	138,87	15,79	46,2
M-3	M1 2016 - M12 2019	DE & FR	Base	1507	45,07	42,09	20,24	100,36	13,99	76,6
M-4	M1 2016 - M12 2019	DE & FR	Base	1312	45,29	44,30	21,11	86,00	12,27	106,8
M-5	M1 2016 - M12 2019	DE & FR	Base	1143	46,62	46,72	22,88	83,03	10,78	137,4
M-6	M1 2016 - M12 2019	DE & FR	Base	1008	46,50	46,82	26,26	75,27	10,17	167,6
M-1	M1 2016 - M12 2019	DE & FR	Peak	1589	54,54	47,73	25,03	226,67	21,96	15,7
M-2	M1 2016 - M12 2019	DE & FR	Peak	1547	56,35	49,44	25,64	259,25	25,10	46,2
M-3	M1 2016 - M12 2019	DE & FR	Peak	1501	55,98	50,34	25,50	166,75	20,89	76,7
M-4	M1 2016 - M12 2019	DE & FR	Peak	717	54,48	52,79	27,59	99,79	13,29	105,9
M-1	M1 2016 - M12 2019	DE & FR	Base & Peak	3187	49,57	44,30	21,23	226,67	19,24	15,7
M-2	M1 2016 - M12 2019	DE & FR	Base & Peak	3103	50,87	45,13	20,78	259,25	21,66	46,2
M-3	M1 2016 - M12 2019	DE & FR	Base & Peak	3008	50,51	46,52	20,24	166,75	18,59	76,7
M-4	M1 2016 - M12 2019	DE & FR	Base & Peak	2029	48,54	46,60	21,11	99,79	13,38	106,5

## ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΣΥΜΒΟΛΑΙΩΝ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΚΠΛΗΡΩΣΗΣ ΚΑΙ ΚΙΝΔΥΝΟΣ

Πίνακας 4.26: Absolute risk premium στα μηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης.

Στην πρώτη στήλη διακρίνεται η κατηγοριοποίηση με βάση το χρόνο, στη δεύτερη ο τύπος του συμβολαίου, στην τρίτη το μέγεθος του δείγματος, στην τέταρτη η μέση τιμή, στην πέμπτη το μέγεθος t (one sample t- statistic, \* indicates 95% confidence) για την μέση τιμή, ενώ στη συνέχεια, η διάμεσος, η τυπική απόκλιση, η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή των παρατηρήσεων και τέλος, το σύνολο των συμβολαίων που είχαν θετικό risk premium. Όλες οι τιμές είναι σε €/MWh.

Premium Absolute (Prices €/MWh)									
F	Type	Sample Size	Mean	t-statistic	Median	Stdv	Min	Max	Positive Values
M-1	Base	1598	3,11	4,87*	1,45	9,13	-24,35	78,74	985
M-2	Base	1556	3,58	5,71*	2,46	10,92	-26,02	60,87	987
M-3	Base	1507	2,77	2,48*	2,98	12,10	-25,76	43,84	849
M-4	Base	1312	3,62	4,84*	3,93	12,07	-25,46	32,09	772
M-5	Base	1143	4,25	5,86*	5,34	12,94	-27,51	0,15	752
M-6	Base	1008	4,25	5,44*	5,79	13,11	-27,48	34,16	655
M-1	Peak	1589	5,15	8,35*	2,07	15,04	-25,37	156,25	1.069
M-2	Peak	1547	6,41	9,63*	3,51	18,03	-40,66	163,13	1.026
M-3	Peak	1501	5,47	7,49*	4,10	17,94	-41,44	106,79	950
M-4	Peak	717	5,62	9,29*	5,99	13,29	-40,32	39,21	499
M-1	Base & Peak	3187	4,13	9,64*	1,86	12,47	-25,37	156,25	2.054
M-2	Base & Peak	3103	4,99	11,14*	3,02	14,96	-40,66	163,13	2.013
M-3	Base & Peak	3008	4,12	7,56*	3,49	15,36	-41,44	106,79	1.799
M-4	Base & Peak	2029	4,68	9,57*	4,73	12,60	-40,32	39,21	1.271

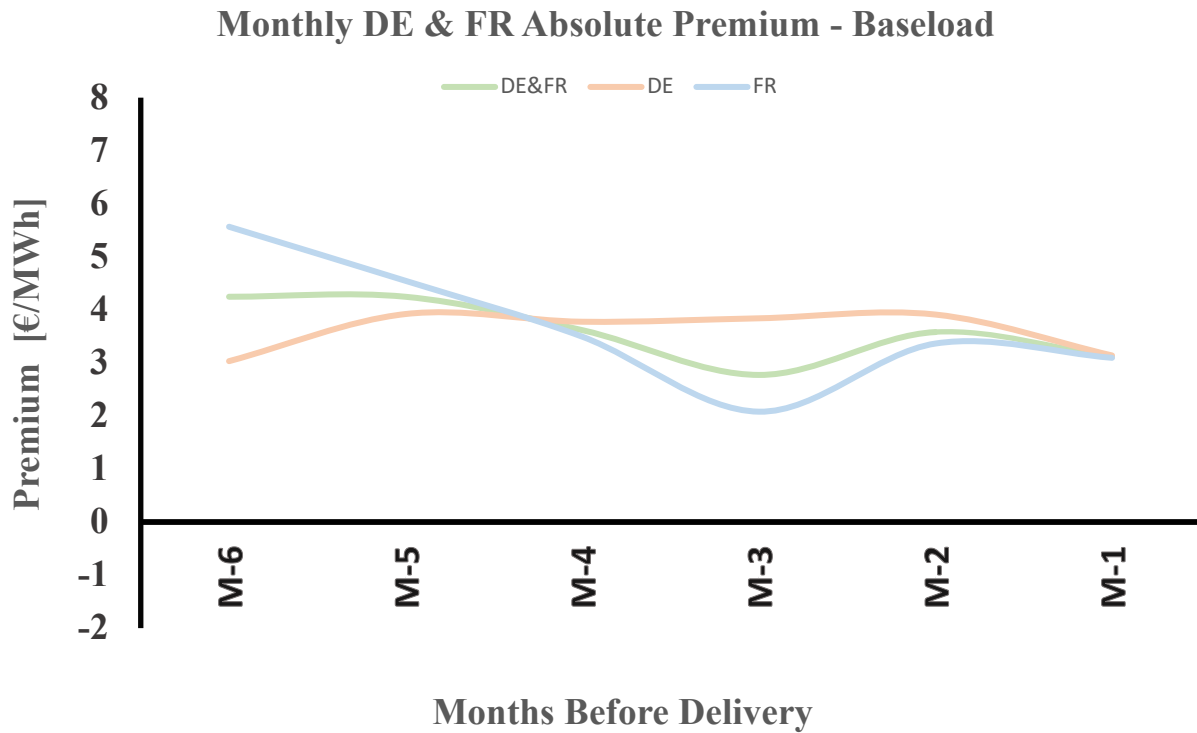


## ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΣΥΜΒΟΛΑΙΩΝ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΚΠΛΗΡΩΣΗΣ ΚΑΙ ΚΙΝΔΥΝΟΣ

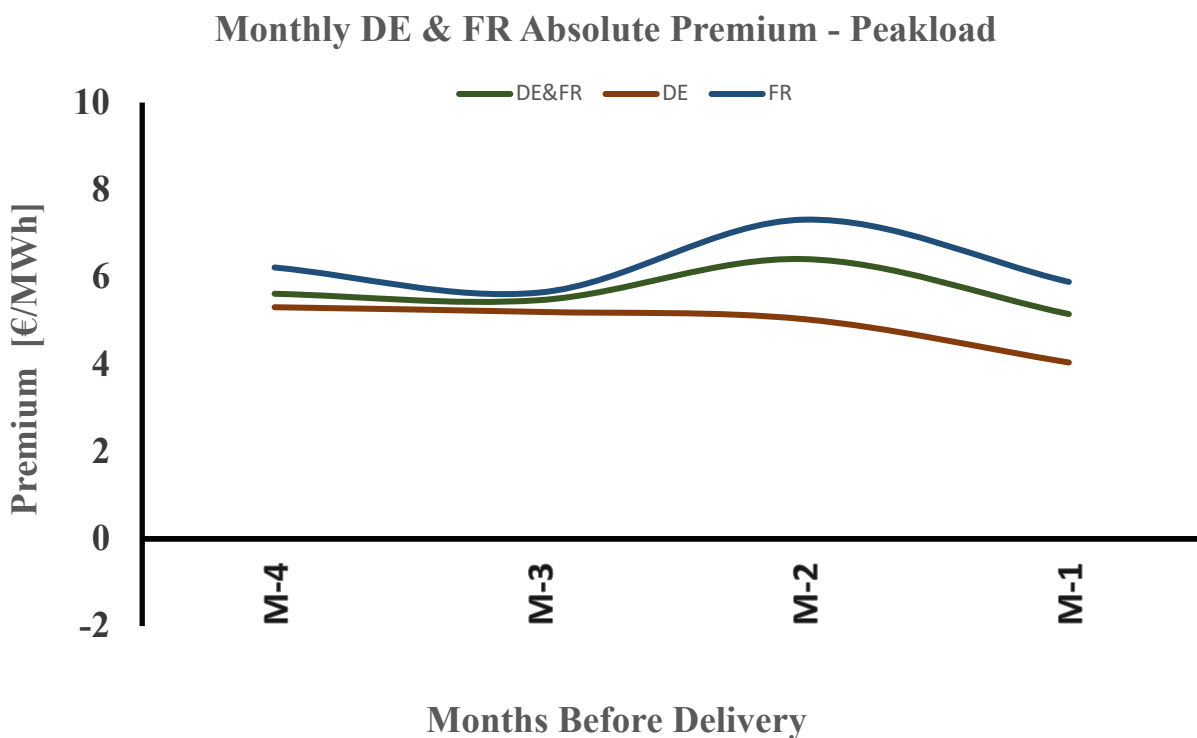
Πίνακας 4.27: Relative risk premium στα μηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης.

Στην πρώτη στήλη διακρίνεται η κατηγοριοποίηση με βάση το χρόνο, στη δεύτερη ο τύπος του συμβολαίου, στην τρίτη το μέγεθος του δείγματος, στην τέταρτη η μέση τιμή, στην πέμπτη το μέγεθος t (one sample t- statistic, \* indicates 95% confidence) για την μέση τιμή, ενώ στη συνέχεια, η διάμεσος, η τυπική απόκλιση, η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή των παρατηρήσεων και τέλος, το ποσοστό των συμβολαίων που είχαν θετικό risk premium.

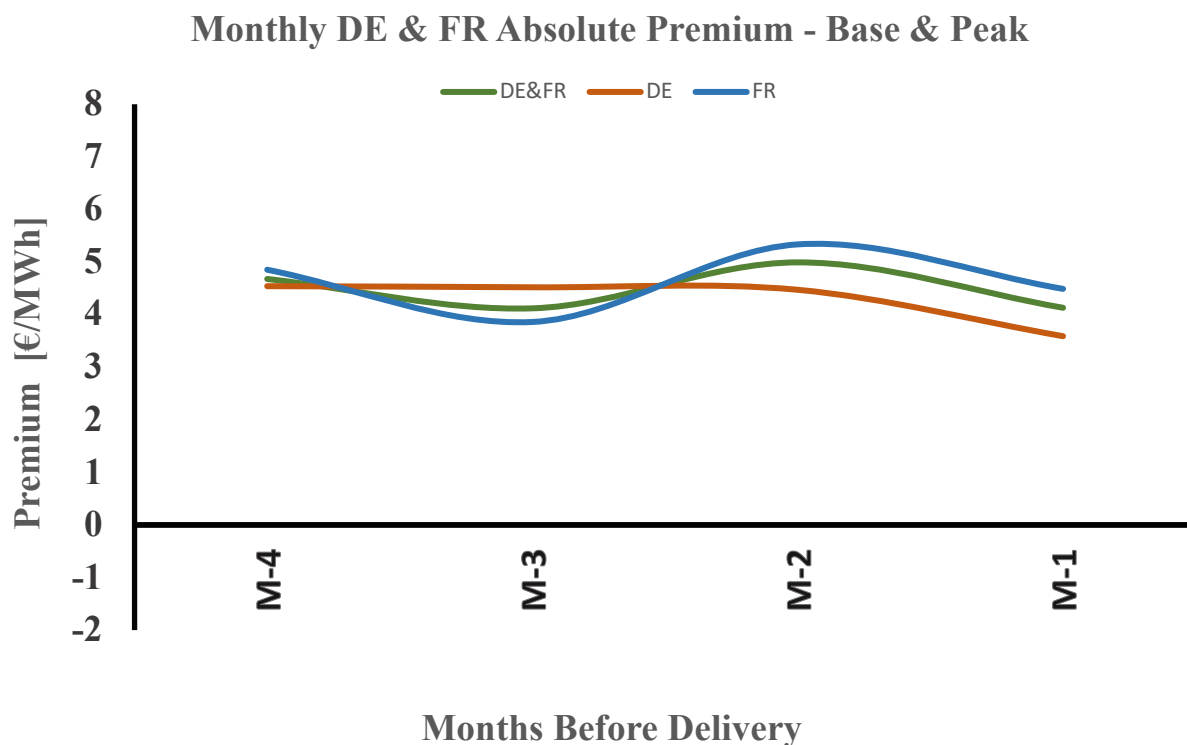
Premium Relative									
F	Type	Sample Size	Mean	t-statistic	Median	Stdv	Min	Max	Positive Values
M-1	Base	1598	4,79%	-0,52	3,56%	16,01%	-56,45%	57,06%	61,64%
M-2	Base	1556	4,34%	-1,26	5,93%	20,76%	-66,52%	46,72%	63,43%
M-3	Base	1507	2,17%	-4,39	7,59%	25,06%	-70,77%	48,27%	56,34%
M-4	Base	1312	4,05%	-1,30	10,32%	26,24%	-71,92%	44,95%	58,84%
M-5	Base	1143	5,40%	0,48	13,31%	28,34%	-89,06%	47,32%	65,79%
M-6	Base	1008	5,17%	0,18	12,81%	29,73%	-88,88%	50,22%	64,98%
M-1	Peak	1589	5,96%	2,40*	4,81%	15,98%	-57,17%	68,93%	67,28%
M-2	Peak	1547	6,21%	2,23*	7,50%	21,44%	-82,71%	62,92%	66,32%
M-3	Peak	1501	4,50%	-0,75	8,82%	26,02%	-85,65%	64,04%	63,29%
M-4	Peak	717	6,12%	3,98*	11,65%	23,16%	-81,45%	47,72%	69,60%
M-1	Base & Peak	3187	5,37%	1,32	4,24%	16,01%	-57,17%	68,93%	64,45%
M-2	Base & Peak	3103	5,27%	0,72	6,85%	21,12%	-82,71%	62,92%	64,87%
M-3	Base & Peak	3008	3,33%	-3,58	7,97%	25,57%	-85,65%	64,04%	59,81%
M-4	Base & Peak	2029	5,61%	1,08	10,98%	25,28%	-81,45%	47,72%	62,64%



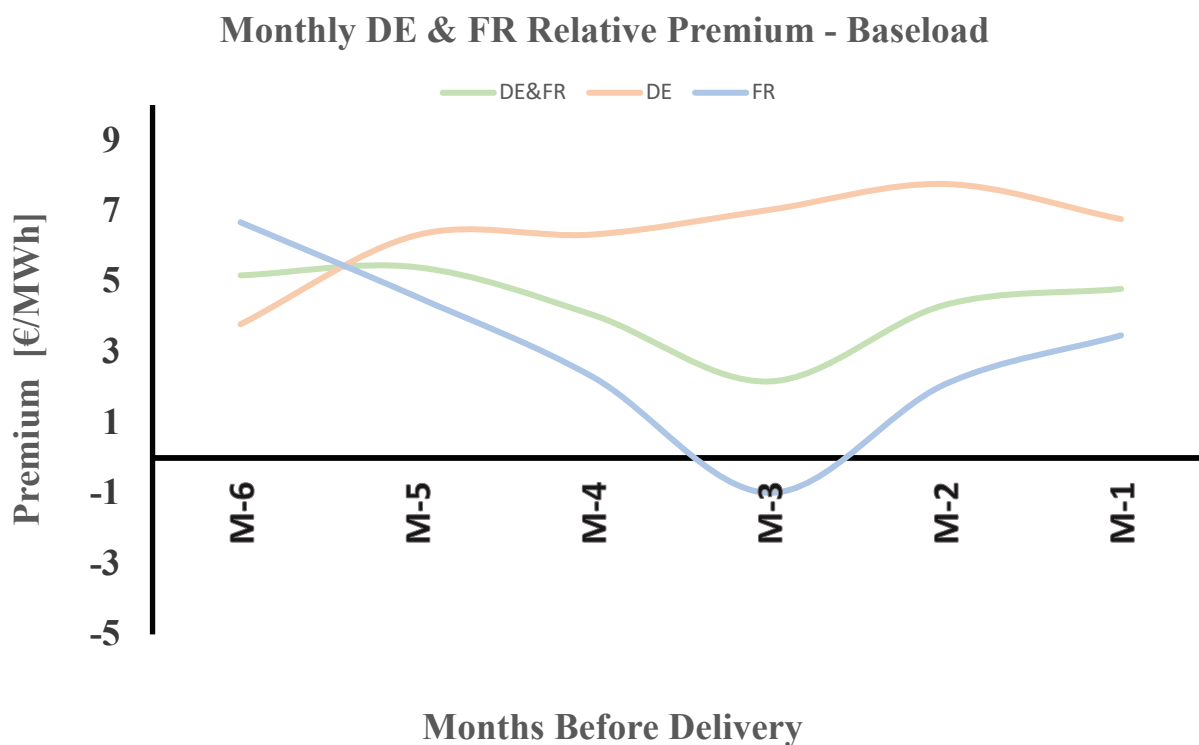
Σχήμα 4.25: Absolute risk premium σε μηνιαία baseload συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης κατά τα έτη 2016-2019 για τις χώρες της Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR), διάκριση με βάση το πρώτο έτος της παράδοσης



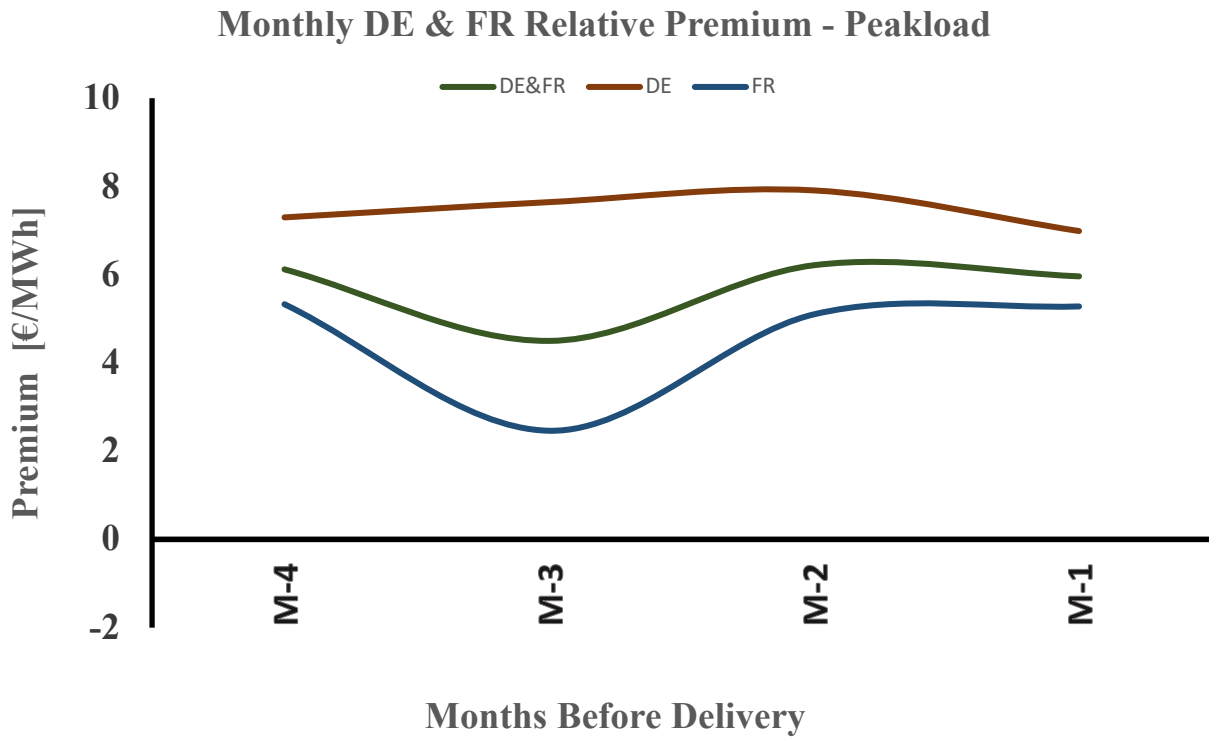
Σχήμα 4.26: Absolute risk premium σε μηνιαία peakload συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης κατά τα έτη 2016-2019 για τις χώρες της Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR), διάκριση με βάση το πρώτο έτος της παράδοσης



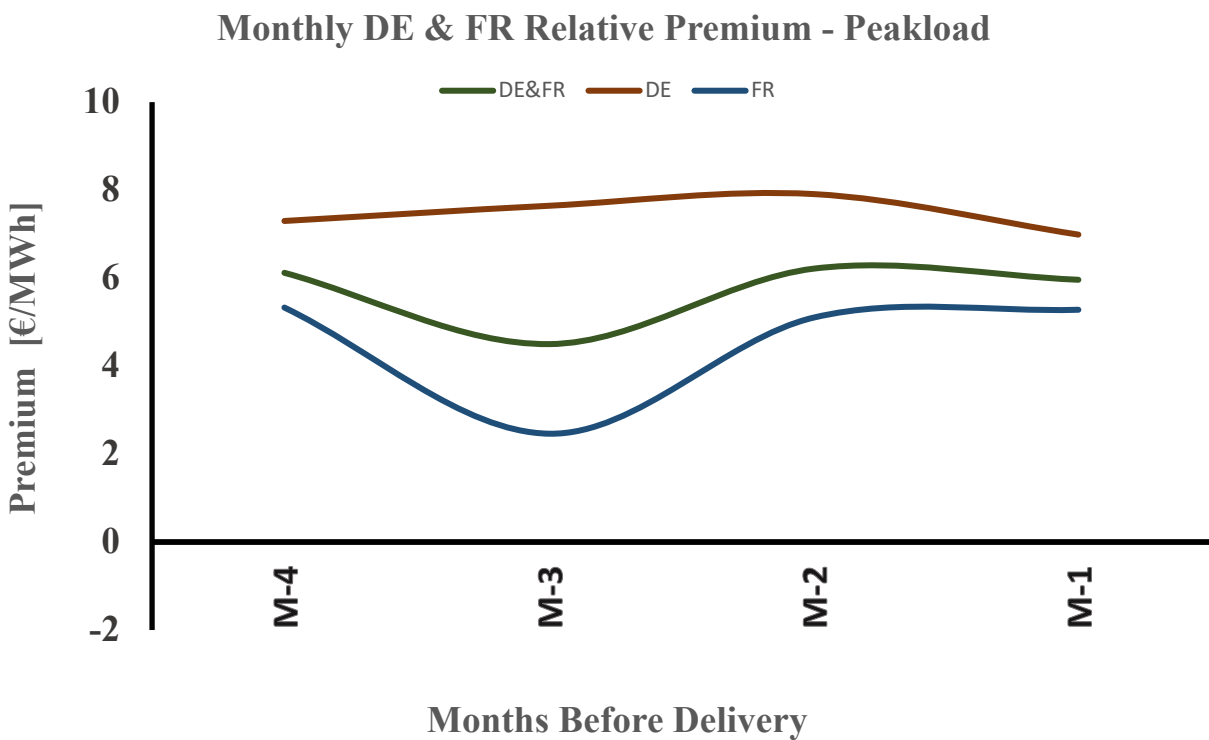
Σχήμα 4.27: Absolute risk premium σε μηνιαία baseload & peakload συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης κατά τα έτη 2016-2019 για τις χώρες της Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR), διάκριση με βάση το πρώτο έτος της παράδοσης



Σχήμα 4.28: Relative risk premium σε μηνιαία baseload συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης κατά τα έτη 2016-2019 για τις χώρες της Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR), διάκριση με βάση το πρώτο έτος της παράδοσης



Σχήμα 4.29: Relative risk premium σε μηνιαία peakload συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης κατά τα έτη 2016-2019 για τις χώρες της Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR), διάκριση με βάση το πρώτο έτος της παράδοσης



Σχήμα 4.30: Relative risk premium σε μηνιαία baseload & peakload συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης κατά τα έτη 2016-2019 για τις χώρες της Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR), διάκριση με βάση το πρώτο έτος της παράδοσης

#### 4.8. Risk Premium σε εβδομαδιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης (Weekly Futures)

Τα συμβόλαια αυτά αποτελούν short – term futures τα οποία παρουσιάζουν την ίδια ακριβώς συμπεριφορά με τα μηνιαία. Λόγου της μικρής ρευστότητας τα προηγούμενα χρόνια ο αριθμός τους ήταν μικρός (4.307) με τα περισσότερα να προέρχονται από την Γερμανία για το λόγο αυτό παρουσιάζονται μόνο αυτά τα αποτελέσματα τα οποία παρουσίασαν θετικό risk premium.

##### 4.8.1. Εβδομαδιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας

Πίνακας 4.28: Δεδομένα δείγματος των εβδομαδιαίων συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας (DE) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης

Στην πρώτη στήλη διακρίνεται η κατηγοριοποίηση με βάση το χρόνο, στην δεύτερη το χρονικό διάστημα αναφοράς όλων των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης, ενώ στην τρίτη στήλη οι αντίστοιχες χώρες (DE – Γερμανία). Στην τέταρτη στήλη διακρίνεται ο τύπος του συμβολαίου μελλοντικής εκπλήρωσης ενώ στη συνέχεια κατά σειρά: το μέγεθος του δείγματος, η μέση τιμή, η διάμεσος, η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή, η τυπική απόκλιση και τέλος, η μέση τιμή των ημερών πριν από την πρώτη μέρα της παράδοσης. Όλες οι τιμές ενέργειας είναι σε €/MWh.

Data (Prices €/MWh)										
F	Time Period	Country	Type	Sample Size	Mean	Median	Min	Max	Stdv	Avg Days
W-1	W1 2018 - W52 2019	DE	Base	342	44,73	40,75	20,10	67,75	9,68	5,0
W-2	W1 2018 - W52 2019	DE	Base	338	45,86	41,91	25,84	72,20	9,95	12,0
W-3	W1 2018 - W52 2019	DE	Base	333	46,58	42,72	27,88	69,86	9,78	19,0
W-4	W36 2018 - W52 2018	DE	Base	78	57,75	58,10	39,13	67,28	5,46	26,0
W-1	W1 2018 - W52 2019	DE	Peak	342	52,32	47,79	26,90	83,71	12,34	5,0
W-2	W1 2018 - W52 2019	DE	Peak	338	53,90	49,53	32,38	87,95	13,06	12,0
W-3	W1 2018 - W52 2019	DE	Peak	333	55,03	50,78	32,79	84,83	13,21	19,0
W-4	W36 2018 - W52 2018	DE	Peak	78	70,11	71,63	46,00	84,82	7,80	26,0
W-1	W1 2018 - W52 2019	DE	Base & Peak	684	48,53	44,57	20,10	83,71	11,72	5,0
W-2	W1 2018 - W52 2019	DE	Base & Peak	676	49,88	44,95	25,84	87,95	12,29	12,0
W-3	W1 2018 - W52 2019	DE	Base & Peak	666	50,80	46,30	27,88	84,83	12,36	19,0
W-4	W36 2018 - W52 2018	DE	Base & Peak	156	63,93	62,42	39,13	84,82	9,14	26,0

## ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΣΥΜΒΟΛΑΙΩΝ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΚΠΛΗΡΩΣΗΣ ΚΑΙ ΚΙΝΔΥΝΟΣ

Πίνακας 4.29: Absolute risk premium στα εβδομαδιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας (DE) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης

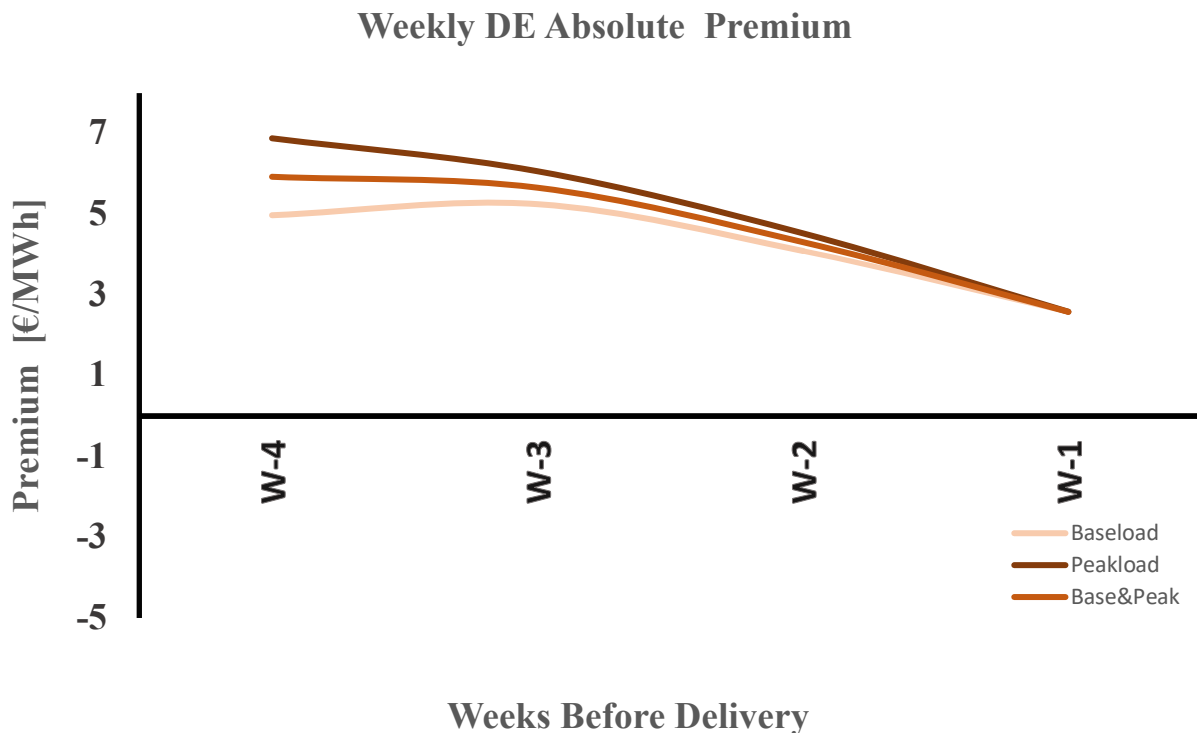
Στην πρώτη στήλη διακρίνεται η κατηγοριοποίηση με βάση το χρόνο, στη δεύτερη ο τύπος του συμβολαίου, στην τρίτη το μέγεθος του δείγματος, στην τέταρτη η μέση τιμή, στην πέμπτη το μέγεθος t (one sample t - statistic, \* indicates 95% confidence) για την μέση τιμή, ενώ στη συνέχεια, η διάμεσος, η τυπική απόκλιση, η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή των παρατηρήσεων και τέλος, το σύνολο των συμβολαίων που είχαν θετικό risk premium. Όλες οι τιμές είναι σε €/MWh.

Premium Absolute (Prices €/MWh)									
F	Type	Sample Size	Mean	t-statistic	Median	Stdv	Min	Max	Positive Values
W-1	Base	342	2,58	1,11	1,69	5,85	-13,67	17,98	232
W-2	Base	338	4,09	4,25*	3,25	6,79	-10,87	23,61	243
W-3	Base	333	5,25	0,25	4,43	7,54	-8,85	30,92	256
W-4	Base	78	4,97	3,01*	6,13	6,92	-9,10	20,00	60
W-1	Peak	342	2,58	1,33*	1,95	6,16	-14,37	0,15	237
W-2	Peak	338	4,53	0,85	4,20	7,71	-15,23	32,09	232
W-3	Peak	333	6,06	-0,50	5,47	8,52	-11,18	30,92	252
W-4	Peak	78	6,88	-1,10	8,37	7,84	-9,78	25,15	60
W-1	Base & Peak	684	2,58	-1,24	1,80	6,01	-14,37	20,21	469
W-2	Base & Peak	676	4,31	3,64*	3,51	7,27	-15,23	32,09	475
W-3	Base & Peak	666	5,66	6,56*	4,84	8,05	-11,18	30,92	508
W-4	Base & Peak	156	5,93	4,34*	6,61	7,45	-9,78	25,15	120

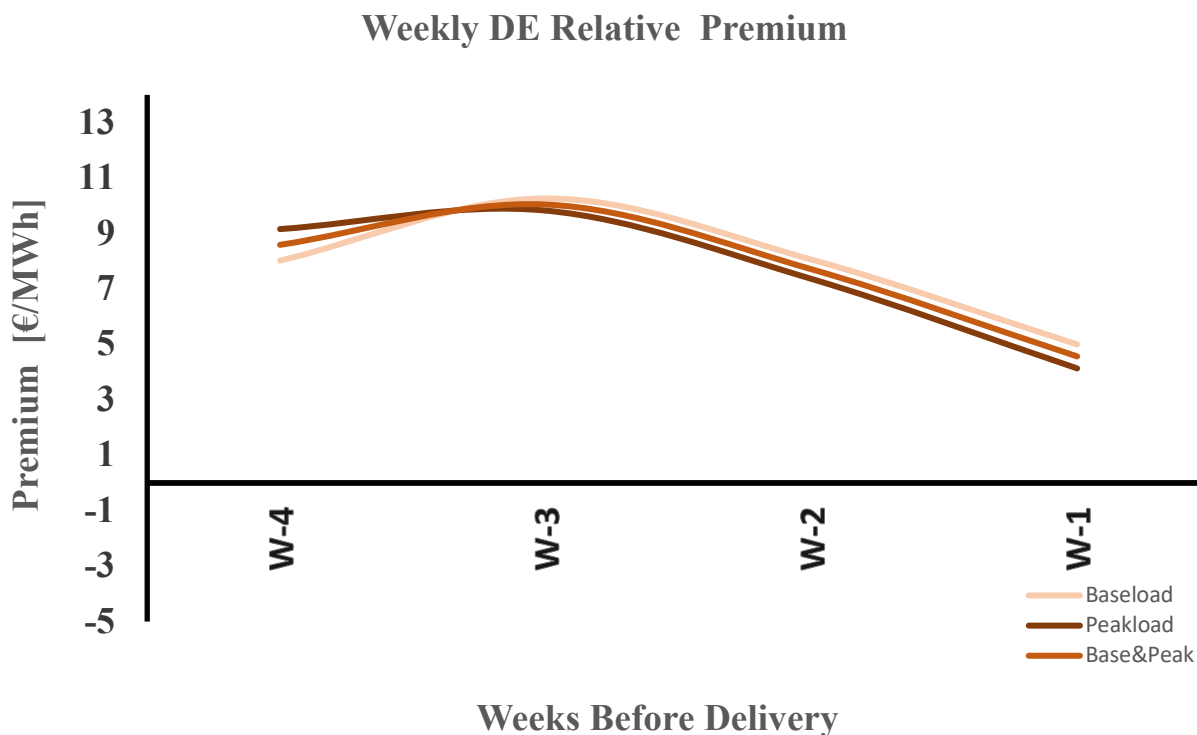
Πίνακας 4.30: Relative risk premium στα τριμηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας (DE) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα παράδοσης

Στην πρώτη στήλη διακρίνεται η κατηγοριοποίηση με βάση το χρόνο, στη δεύτερη ο τύπος του συμβολαίου, στην τρίτη το μέγεθος του δείγματος, στην τέταρτη η μέση τιμή, στην πέμπτη το μέγεθος t (one sample t - statistic, \* indicates 95% confidence) για την μέση τιμή, ενώ στη συνέχεια, η διάμεσος, η τυπική απόκλιση, η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή των παρατηρήσεων και τέλος, το ποσοστό των συμβολαίων που είχαν θετικό risk premium.

Premium Relative									
F	Type	Sample Size	Mean	t-statistic	Median	Stdv	Min	Max	Positive Values
W-1	Base	342	5,00%	1,29*	3,98%	14,57%	-68,02%	42,42%	67,84%
W-2	Base	338	8,06%	3,85*	7,49%	14,54%	-31,98%	45,33%	71,89%
W-3	Base	333	10,26%	0,80	10,06%	15,15%	-26,01%	47,89%	76,88%
W-4	Base	78	8,02%	3,22*	10,09%	12,21%	-17,70%	33,93%	76,92%
W-1	Peak	342	4,13%	1,45*	3,53%	13,22%	-53,43%	48,94%	69,30%
W-2	Peak	338	7,36%	0,55	7,59%	13,82%	-40,34%	50,58%	68,64%
W-3	Peak	333	9,83%	-1,90	9,96%	14,35%	-26,74%	46,48%	75,68%
W-4	Peak	78	9,16%	-2,20	11,43%	11,56%	-16,24%	31,11%	76,92%
W-1	Base & Peak	684	4,57%	-0,55	3,71%	13,92%	-68,02%	48,94%	68,57%
W-2	Base & Peak	676	7,71%	4,15*	7,49%	14,19%	-40,34%	50,58%	70,27%
W-3	Base & Peak	666	10,04%	5,85*	10,01%	14,76%	-26,74%	47,89%	76,28%
W-4	Base & Peak	156	8,59%	4,85*	10,76%	11,90%	-17,70%	33,93%	76,92%



Σχήμα 4.31: Absolute risk premium σε εβδομαδιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης κατά τα έτη 2016-2019 για τη χώρα της Γερμανίας (DE), διάκριση με βάση την πρώτη εβδομάδα της παράδοσης



Σχήμα 4.32: Relative risk premium σε εβδομαδιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης κατά τα έτη 2016-2019 για τη χώρα της Γερμανίας (DE), διάκριση με βάση την πρώτη εβδομάδα της παράδοσης

#### 4.9. Εποχικότητα του risk premium (Seasonality of risk premium)

Άλλο ένα χαρακτηριστικό των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης που εξετάστηκαν είναι αυτό της εποχικότητας, συγκεκριμένα, σε μήνες όπου το φορτίο είναι υψηλό, η αβεβαιότητα της πρόβλεψης της τιμής οδηγεί τους προμηθευτές σε μεγαλύτερη ζήτηση για αντιστάθμιση (αγορά) επομένως το risk premium ήταν αρκετά μεγάλο και φυσικά θετικό. Στους υπολογισμούς αυτούς χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από εβδομαδιαία, μηνιαία συμβόλαια καθώς και τριμηνιαία.

##### 4.9.1. Διάκριση με βάση το τρίμηνο

Πίνακας 4.31: Δεδομένα δείγματος των τριμηνιαίων, μηνιαίων και εβδομαδιαίων συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς το τρίμηνο της παράδοσης

Στην πρώτη στήλη διακρίνεται η κατηγοριοποίηση με βάση το χρόνο, στην δεύτερη το χρονικό διάστημα αναφοράς όλων των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης, ενώ στην τρίτη στήλη οι αντίστοιχες χώρες (DE – Γερμανία, FR - Γαλλία). Στην τέταρτη στήλη διακρίνεται ο τύπος του συμβολαίου μελλοντικής εκπλήρωσης ενώ στη συνέχεια κατά σειρά: το μέγεθος του δείγματος, η μέση τιμή, η διάμεσος, η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή, η τυπική απόκλιση και τέλος, η μέση τιμή των ημερών πριν από την πρώτη μέρα της παράδοσης. Όλες οι τιμές ενέργειας είναι σε €/MWh.

Data (Prices €/MWh)										
F	Time Period	Country	Type	Sample Size	Mean	Median	Min	Max	Stdv	Avg Days
Q1	M1 2016 - M12 2019	DE & FR	Base & Peak	6305	57,03	53,58	25,00	259,25	19,41	147,4
Q2	M1 2016 - M12 2019	DE & FR	Base & Peak	6867	38,80	38,06	20,24	65,75	8,54	140,7
Q3	M1 2016 - M12 2019	DE & FR	Base & Peak	8104	41,04	40,40	21,06	77,25	9,23	142,2
Q4	M1 2016 - M12 2019	DE & FR	Base & Peak	9747	54,42	52,13	20,10	226,67	14,99	156,9

Πίνακας 4.32: Absolute risk premium στα εβδομαδιαία, μηνιαία και τριμηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς το τρίμηνο της παράδοσης

Στην πρώτη στήλη διακρίνεται η κατηγοριοποίηση με βάση το χρόνο, στη δεύτερη ο τύπος του συμβολαίου, στην τρίτη το μέγεθος του δείγματος, στην τέταρτη η μέση τιμή, στην πέμπτη το μέγεθος t (one sample t- statistic, \* indicates 95% confidence) για την μέση τιμή, ενώ στη συνέχεια, η διάμεσος, η τυπική απόκλιση, η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή των παρατηρήσεων και τέλος, το σύνολο των συμβολαίων που είχαν θετικό risk premium. Όλες οι τιμές είναι σε €/MWh.

Premium Absolute (Prices €/MWh)									
F	Type	Sample Size	Mean	t-statistic	Median	Stdv	Min	Max	Positive Values
Q1	Base & Peak	6305	9,97	34,44*	8,87	16,09	-28,13	163,13	4.742
Q2	Base & Peak	6867	1,82	40,10*	0,32	7,89	-12,46	24,88	3.538
Q3	Base & Peak	8104	-3,22	-33,23	-1,21	11,42	-28,91	25,47	3.511
Q4	Base & Peak	9747	1,20	-4,92	2,76	16,02	-41,44	156,25	5.589

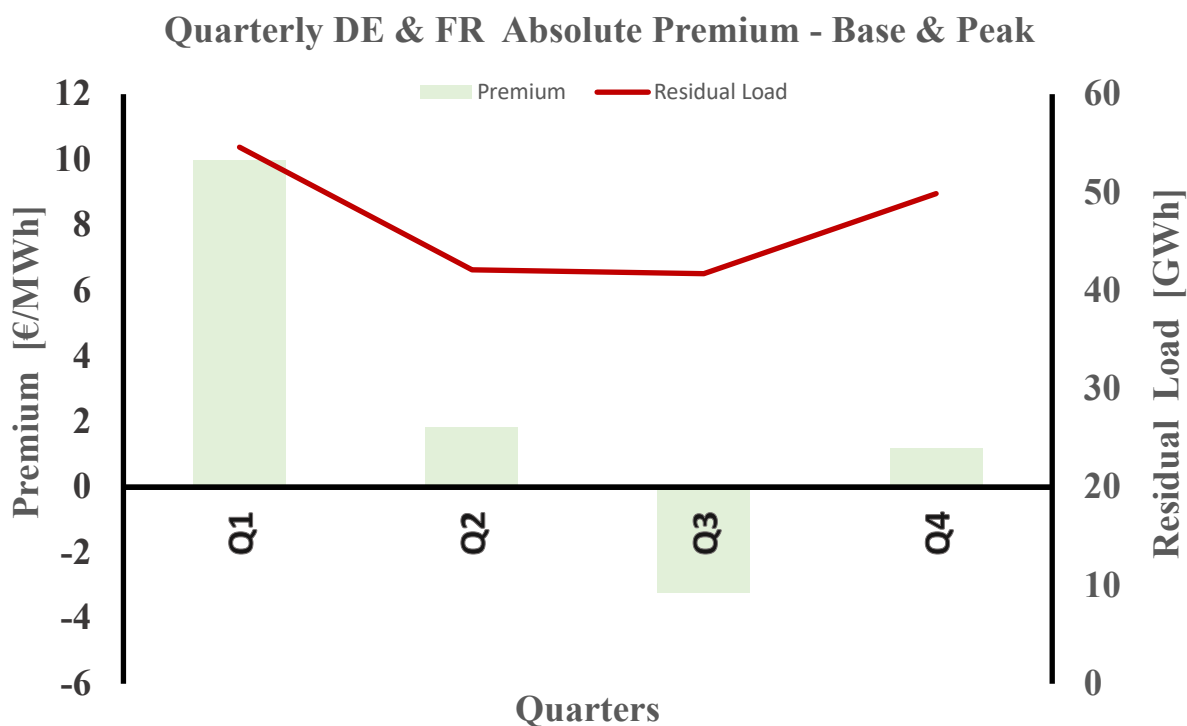


## ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΣΥΜΒΟΛΑΙΩΝ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΚΠΛΗΡΩΣΗΣ ΚΑΙ ΚΙΝΔΥΝΟΣ

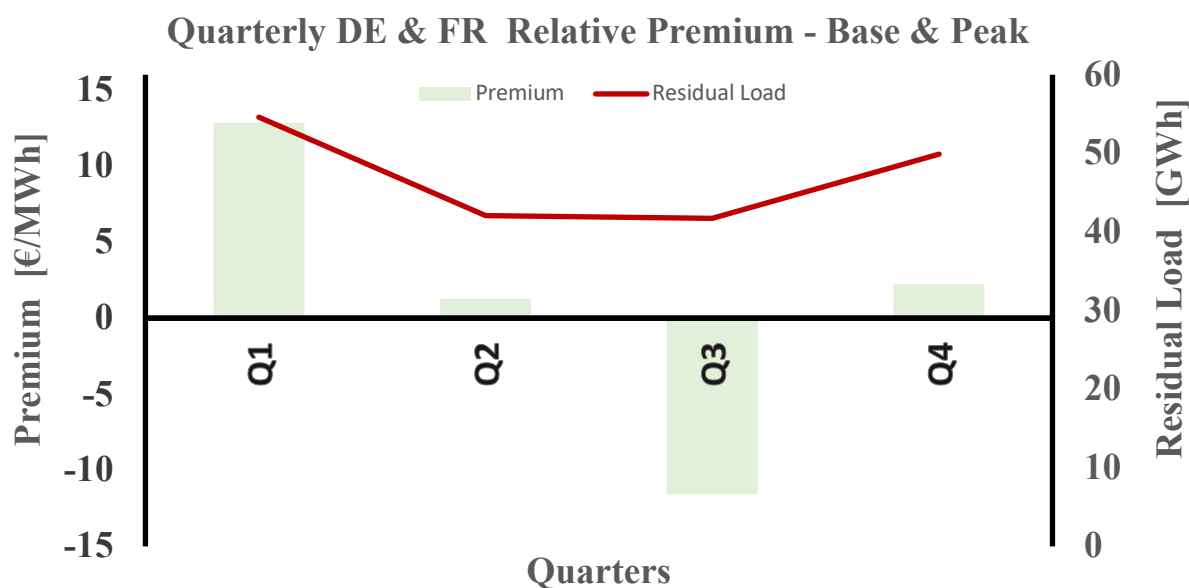
Πίνακας 4.33: Relative risk premium στα εβδομαδιαία, μηνιαία και τριμηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς το τρίμηνο της παράδοσης

Στην πρώτη στήλη διακρίνεται η κατηγοριοποίηση με βάση το χρόνο, στη δεύτερη ο τύπος του συμβολαίου, στην τρίτη το μέγεθος του δείγματος, στην τέταρτη η μέση τιμή, στην πέμπτη το μέγεθος t (one sample t - statistic, \* indicates 95% confidence) για την μέση τιμή, ενώ στη συνέχεια, η διάμεσος, η τυπική απόκλιση, η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή των παρατηρήσεων και τέλος, το ποσοστό των συμβολαίων που είχαν θετικό risk premium.

Premium Relative									
F	Type	Sample Size	Mean	t-statistic	Median	Stdv	Min	Max	Positive Values
Q1	Base & Peak	6305	12,83%	15,98*	16,37%	24,00%	-82,78%	64,04%	75,21%
Q2	Base & Peak	6867	1,26%	40,36*	0,92%	19,00%	-58,07%	50,58%	51,52%
Q3	Base & Peak	8104	-11,55%	-58,83	-3,18%	29,91%	-105,17%	38,33%	43,32%
Q4	Base & Peak	9747	2,22%	-32,96	5,39%	31,04%	-111,03%	68,93%	57,34%



Σχήμα 4.33: Absolute risk premium σε εβδομαδιαία, μηνιαία και τριμηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης κατά τα έτη 2016-2019 για τη χώρα της Γερμανίας (DE) και της Γαλλίας (FR), διάκριση με βάση το τρίμηνο της παράδοσης



Σχήμα 4.34: Relative risk premium σε εβδομαδιαία, μηνιαία και τριμηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης κατά τα έτη 2016-2019 για τη χώρα της Γερμανίας (DE) και της Γαλλίας (FR), διάκριση με βάση το τρίμηνο της παράδοσης

#### 4.9.2. Διάκριση με βάση το μήνα

Πίνακας 4.34: Δεδομένα δείγματος των εβδομαδιαίων και μηνιαίων συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς το μήνα της παράδοσης

Στην πρώτη στήλη διακρίνεται η κατηγοριοποίηση με βάση το χρόνο, στην δεύτερη το χρονικό διάστημα αναφοράς όλων των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης, ενώ στην τρίτη στήλη οι αντίστοιχες χώρες (DE – Γερμανία, FR - Γαλλία). Στην τέταρτη στήλη διακρίνεται ο τύπος του συμβολαίου μελλοντικής εκπλήρωσης ενώ στη συνέχεια κατά σειρά: το μέγεθος του δείγματος, η μέση τιμή, η διάμεσος, η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή, η τυπική απόκλιση και τέλος, η μέση τιμή των ημερών πριν από την πρώτη μέρα της παράδοσης. Όλες οι τιμές ενέργειας είναι σε €/MWh.

Data (Prices €/MWh)										
F	Time Period	Country	Type	Sample Size	Mean	Median	Min	Max	Stdv	Avg Days
M1	M1 2016 - M1 2019	DE & FR	Base & Peak	196	67,95	67,24	39,93	125,00	13,97	15,7
M2	M2 2016 - M2 2019	DE & FR	Base & Peak	280	59,29	58,68	32,50	92,70	13,99	14,2
M3	M3 2016 - M3 2019	DE & FR	Base & Peak	276	43,70	44,22	25,00	69,75	8,66	12,9
M4	M4 2016 - M4 2019	DE & FR	Base & Peak	274	37,24	37,49	24,70	48,54	5,65	14,6
M5	M5 2016 - M5 2019	DE & FR	Base & Peak	290	36,10	37,31	21,23	46,91	6,02	13,6
M6	M6 2016 - M6 2019	DE & FR	Base & Peak	331	37,33	37,63	22,25	53,67	6,04	14,3
M7	M7 2016 - M7 2019	DE & FR	Base & Peak	324	40,37	40,28	25,32	59,07	7,42	14,1
M8	M8 2016 - M8 2019	DE & FR	Base & Peak	364	42,56	41,00	26,25	68,00	9,05	14,0
M9	M9 2016 - M9 2019	DE & FR	Base & Peak	398	46,80	42,19	32,55	77,25	11,43	13,7
M10	M10 2016 - M10 2019	DE & FR	Base & Peak	358	52,62	48,74	35,25	84,18	12,42	13,3
M11	M11 2016 - M11 2019	DE & FR	Base & Peak	484	60,54	57,69	20,10	131,29	17,22	12,1
M12	M12 2016 - M12 2019	DE & FR	Base & Peak	364	65,19	58,68	20,10	226,67	32,98	13,3

Πίνακας 4.35: Absolute risk premium στα εβδομαδιαία και μηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς το μήνα της παράδοσης

## ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΣΥΜΒΟΛΑΙΩΝ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΚΠΛΗΡΩΣΗΣ ΚΑΙ ΚΙΝΔΥΝΟΣ

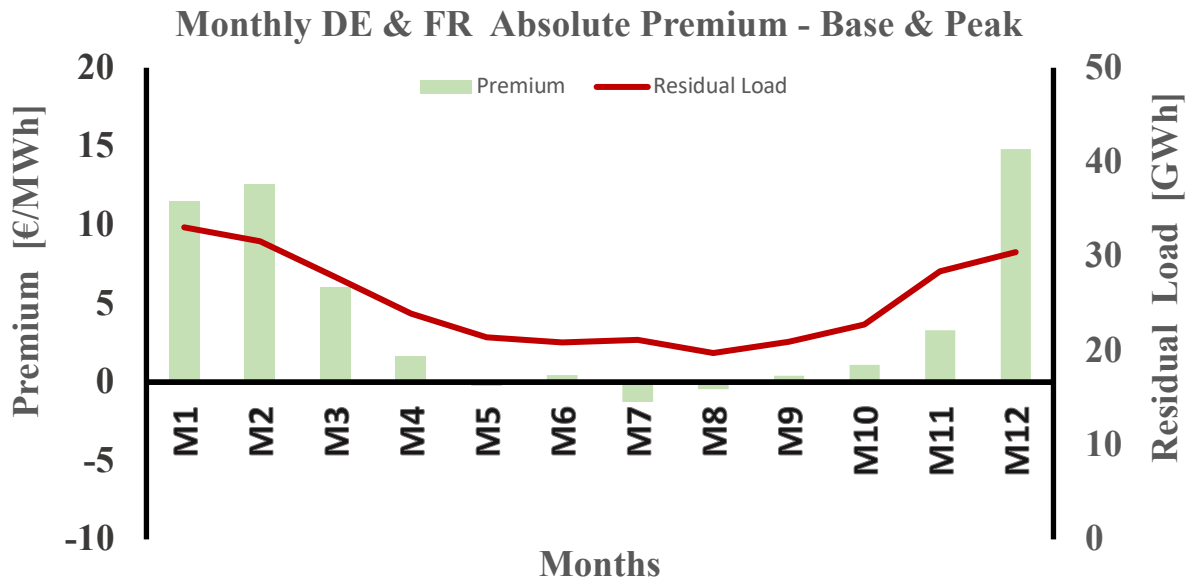
Στην πρώτη στήλη διακρίνεται η κατηγοριοποίηση με βάση το χρόνο, στη δεύτερη ο τύπος του συμβολαίου, στην τρίτη το μέγεθος του δείγματος, στην τέταρτη η μέση τιμή, στην πέμπτη το μέγεθος t (one sample t- statistic, \* indicates 95% confidence) για την μέση τιμή, ενώ στη συνέχεια, η διάμεσος, η τυπική απόκλιση, η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή των παρατηρήσεων και τέλος, το σύνολο των συμβολαίων που είχαν θετικό risk premium. Όλες οι τιμές είναι σε €/MWh.

Premium Absolute (Prices €/MWh)									
F	Type	Sample Size	Mean	t-statistic	Median	Stdv	Min	Max	Positive Values
M1	Base & Peak	196	11,49	8,05*	14,81	16,47	-24,62	43,45	158
M2	Base & Peak	280	12,57	18,46*	11,57	9,56	-1,83	39,83	268
M3	Base & Peak	276	6,02	8,20*	6,67	8,13	-8,26	28,36	189
M4	Base & Peak	274	1,62	-1,48	1,09	4,28	-10,05	19,70	189
M5	Base & Peak	290	-0,23	-13,14	-0,83	2,89	-7,45	8,15	109
M6	Base & Peak	331	0,46	-5,93	0,59	4,72	-9,40	12,48	192
M7	Base & Peak	324	-1,25	-24,85	-1,10	2,35	-6,72	8,83	89
M8	Base & Peak	364	-0,46	-9,40	0,55	4,99	-13,30	11,91	204
M9	Base & Peak	398	0,40	-7,59	0,54	4,19	-9,93	11,40	223
M10	Base & Peak	358	1,12	-1,85	3,78	8,99	-25,37	13,95	259
M11	Base & Peak	484	3,31	4,03*	3,08	7,12	-15,49	41,47	352
M12	Base & Peak	364	14,84	9,67*	8,16	25,29	-14,37	156,25	333

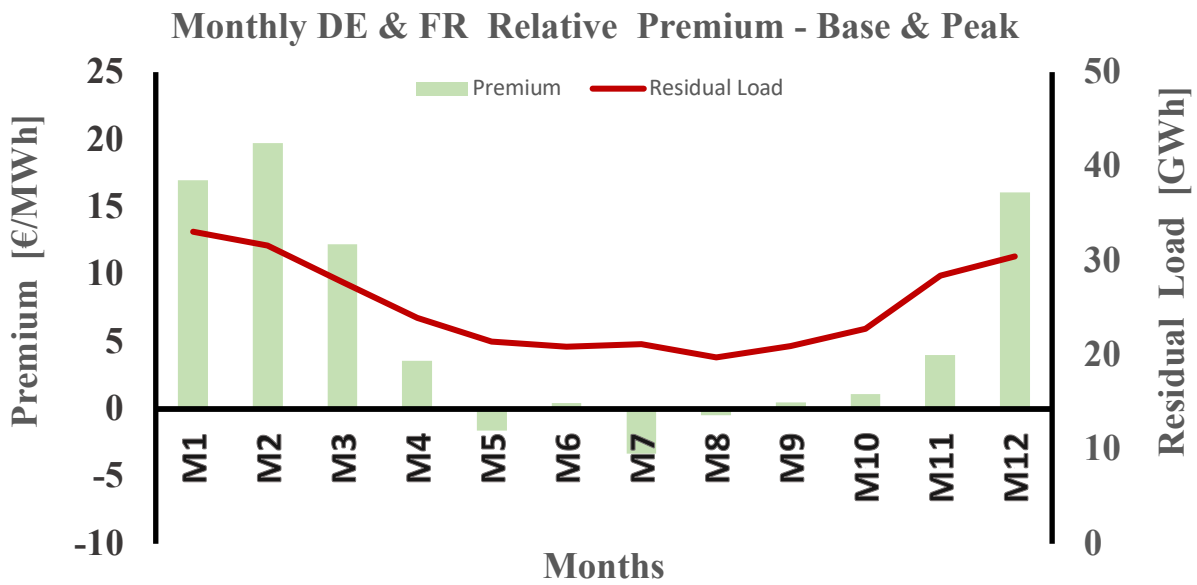
Πίνακας 4.36: Relative risk premium στα εβδομαδιαία και μηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR) για τα έτη 2016-2019 με χρόνο αναφοράς το μήνα της παράδοσης

Στην πρώτη στήλη διακρίνεται η κατηγοριοποίηση με βάση το χρόνο, στη δεύτερη ο τύπος του συμβολαίου, στην τρίτη το μέγεθος του δείγματος, στην τέταρτη η μέση τιμή, στην πέμπτη το μέγεθος t (one sample t - statistic, \* indicates 95% confidence) για την μέση τιμή, ενώ στη συνέχεια, η διάμεσος, η τυπική απόκλιση, η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή των παρατηρήσεων και τέλος, το ποσοστό των συμβολαίων που είχαν θετικό risk premium.

Premium Relative									
F	Type	Sample Size	Mean	t-statistic	Median	Stdv	Min	Max	Positive Values
M1	Base & Peak	196	16,98%	6,81*	21,60%	24,59%	-45,39%	50,15%	80,61%
M2	Base & Peak	280	19,74%	19,94*	21,00%	12,35%	-4,40%	42,97%	95,71%
M3	Base & Peak	276	12,21%	7,26*	15,36%	16,46%	-17,01%	42,42%	68,48%
M4	Base & Peak	274	3,56%	-2,15	3,11%	11,09%	-30,98%	48,94%	68,98%
M5	Base & Peak	290	-1,58%	-13,83	-2,44%	8,09%	-22,57%	18,60%	37,59%
M6	Base & Peak	331	0,46%	-6,32	1,60%	13,05%	-25,90%	34,18%	58,01%
M7	Base & Peak	324	-3,33%	-24,55	-2,45%	6,10%	-18,91%	20,66%	27,47%
M8	Base & Peak	364	-0,44%	-9,64	1,55%	10,76%	-29,49%	24,38%	56,04%
M9	Base & Peak	398	0,48%	-10,09	1,30%	8,93%	-25,21%	17,56%	56,03%
M10	Base & Peak	358	1,12%	-3,69	7,24%	19,83%	-57,17%	27,98%	72,35%
M11	Base & Peak	484	3,99%	-1,79	5,37%	12,38%	-68,02%	33,75%	72,73%
M12	Base & Peak	364	16,05%	11,10*	15,51%	18,97%	-68,02%	68,93%	91,48%



Σχήμα 4.35: Absolute risk premium σε εβδομαδιαία και μηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης κατά τα έτη 2016-2019 για τη χώρα της Γερμανίας (DE) και της Γαλλίας (FR), διάκριση με βάση το μήνα της παράδοσης



Σχήμα 4.36: Relative risk premium σε εβδομαδιαία και μηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης κατά τα έτη 2016-2019 για τη χώρα της Γερμανίας (DE) και της Γαλλίας (FR), διάκριση με βάση το μήνα της παράδοσης

## 4.10. Βιβλιογραφία 4<sup>ου</sup> κεφαλαίου

### 4.10.1. Ξένα

- ❖ Gjolberg, O., Brattested, T., 2011. The biased short-term futures price at Nord Pool: can it really be a risk premium? *The Journal of Energy Markets*, Vol. 4, Number 1, Spring 2011.
- ❖ Halvorsen, R., 1978. *Econometric models of U. S. energy demand*. D. C. Heath and Company, Lexington, Massachusetts.
- ❖ He, Y.X., Zhang, S.L., Yang, L.Y., Wang, Y.J., and Wang, J., 2010. Economic analysis of coal price - electricity price adjustment in China based on the CGE model. *Energy Policy*, 38, 6629-6637.
- ❖ Hellmer, S. and Wårell, L. On the evaluation of market power and market dominance – The Nordic electricity market. *Energy Policy*, 37, 3235 – 3241.
- ❖ Huisman, R., Kilic, M., 2012. Electricity Futures Prices: Indirect Storability, Expectations, and Risk Premiums. *Energy Economics*, 34, 892-898.
- ❖ Hull, J. C., 2009. *Options, Futures and Other Derivatives*, 7th Edition. Prentice-Hall Inc., Upper Saddle River, New Jersey.
- ❖ IEA, 2013. *International Energy Agency, Nordic Energy Technology Perspectives*. IEA publications, Paris.
- ❖ Kara, M., Syri, S., Lehtilä, A., Helynen, S., and Kekkonen, V., 2008. The impacts of EU CO<sub>2</sub> emissions trading on electricity markets and electricity consumers in Finland. *Energy Economics*, 30, 193-211.
- ❖ Kauppi, O., Liski, M., 2008. An empirical model of imperfect dynamic competition and application to hydroelectricity storage. Unpublished working paper.
- ❖ Krichene, N., 2002. World crude oil and natural gas: a demand and supply model. *Energy Economics*, Vol. 24, Issue 6, 557-576.
- ❖ Kristiansen, T., 2007. Pricing of monthly forward contracts in the Nord Pool market. *Energy Policy*, 35, 307-316.
- ❖ Lauterbach, B. and Ungar, M, 1995. Real vs. nominal stock return seasonalities: Empirical evidence. *International Review of Economics and Finance*, 4, 133-147.
- ❖ Lucia, J. J., Schwartz, E. S., 2002. Electricity Prices and Power Derivatives: Evidence from the Nordic Power Exchange. *Review of Derivatives Research*, Vol. 5, 5-50.
- ❖ Lucia, J. J., Torro, H., 2011. On the risk premium in Nordic electricity futures prices. *International Review of Economics and Finance*, 20, 750-763.
- ❖ Mohammadi, H., 2009. Electricity prices and fuel costs: Long-run relations and short-run dynamics. *Energy Economics*, Vol. 31, 503-509.

- ❖ Mork, E., 2006. The Dynamics of Risk Premiums in Nord Pool's Futures Market. *Energy Studies Review*, Vol. 14, Issue 1, Article 8.
- ❖ NASDAQ OMX Commodities Europe, 2012. Trade at NASDAQ OMX Commodities Europe's Financial Market, 1 March 2012. NASDAQ OMX Oslo, Oslo.
- ❖ Newey, W., West, K., 1987. A simple, positive semi-definite, heteroskedastic and autocorrelation consistent covariance matrix. *Econometrica*, Vol, 55, 703–708.
- ❖ NordREG, 2012. Nordic Market Report 2012, 3/2012. Nordic Energy Regulators, Helsinki.
- ❖ Osborne, M.F.M., 1959. Brownian Motion in the Stock Market. *Operations Research*, Vol 7, No. 2, 345-379.
- ❖ Partanen, J., Viljainen, S., Lassila, J., Honkapuro, S., Tahvanainen, K., Karjalainen, R., Annala, S., Makkonen, M., 2012. Sähkömarkkinat – opetusmoniste. Lappeenranta University of Technology, Lappeenranta. ISSN 1459-3114.
- ❖ Peljo, P., Rauhala, T., Murtomäki, L., Kallio, T., Kontturi, K., 2011. Oxygen reduction at a water-1,2-dichlorobenzene interface catalyzed by cobalt tetraphenyl porphyrine – A fuel cell approach. *International Journal of Hydrogen Energy*, Vol. 36, Issue 16, 10033-10043.
- ❖ Pindyck, R. S., 2001. The Dynamics of Commodity Spot and Futures Markets: A Primer. *The Energy Journal*, Vol. 22, No. 3.
- ❖ Redl, C., Haas, R., Huber, C., and Böhm, B., 2009. Price formation in electricity forward markets and the relevance of systematic forecast errors. *Energy Economics*, 31, 356-364.
- ❖ Routledge, B., Seppi, D., Spatt, C., 1999. The spark spread: An equilibrium model of cross-commodity price relationships in electricity, Unpublished working paper.
- ❖ Serletis, A., 1991. Rational expectations, risk and efficiency in energy futures markets. *Energy Economics*, Vol. 13, Issue 2, 111-115.
- ❖ Telser, L.G., 1958. Futures trading and the storage of cotton and wheat. *Journal of Political Economy*, 66, 233–255.
- ❖ Villar, J.A. and Joutz, F.L., 2006. The Relationship Between Crude Oil and Natural Gas Prices. Energy Information Administration, Office of Oil and Gas, October 2006. Washington, D.C.
- ❖ Wimschulte, J., 2010. The futures and forward price differential in the Nordic electricity market. *Energy Policy*, 38, 4731-4733.
- ❖ Working, H., 1948. The theory of inverse carrying charge in futures markets. *Journal of Farm Economics*, 30, 1–28.
- ❖ Working, H., 1949. The theory of the price of storage. *American Economic Review*, 39, 1254–1262.
- ❖ Janne Peljo, Futures pricing in the Nordic Electricity Market, Aalto University, 2012

- ❖ Agne Jonkute. Factors Affecting Futures Premium in the German Electricity Future Market, ISM University of Management and Economics, May 2014
- ❖ Pietz Matthäus, Risk premia in the German electricity futures market, Center for Entrepreneurial and Financial Studies (CEFS), Technische Universität München, 2009





## 5. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΤΩΝ ΣΥΜΒΟΛΑΙΩΝ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΚΠΛΗΡΩΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η αξία όλων των ειδών των Συμβολαίων Μελλοντικής Εκπλήρωσης (ΣΜΕ) εξαρτάται από το ύψος των επιτοκίων (interest rate), καθώς η αγορά για μελλοντική παράδοση σημαίνει ότι τα κεφάλαια, τα οποία θα δεσμεύονταν αμέσως αν αγοράζονταν το υποκείμενο εργαλείο στην τρέχουσα αγορά, παραμένουν διαθέσιμα μέχρι την ημερομηνία παράδοσης. Συνεπώς, το εγχώριο επιτόκιο αποτελεί παράγοντα καθορισμού της αξίας των ΣΜΕ πάνω σε εγχωρίους τίτλους και δείκτες. Αντιθέτως, οι συναλλαγές σε συναλλαγματικά ΣΜΕ εξαρτώνται τόσο από το εγχώριο επιτόκιο όσο και από τα επιτόκια άλλων χωρών, καθώς η σχέση του εγχωρίου επιτοκίου και του επιτοκίου του εξωτερικού καθορίζουν τη μελλοντική συναλλαγματική ισοτιμία.

Όταν ένας επενδυτής αγοράζει μετοχές στην τρέχουσα αγορά, χρειάζεται να δεσμεύσει κεφάλαια την ίδια ημέρα που ολοκληρώνεται η συναλλαγή. Αυτό σημαίνει ότι ο επενδυτής πρέπει να στερηθεί οποιοδήποτε εισόδημα από τόκους που προκύπτει από αυτό το κεφάλαιο. Στην περίπτωση των συναλλαγών σε ΣΜΕ, που αντιπροσωπεύουν μία μελλοντική αγορά, το κεφάλαιο δεν απαιτείται τη στιγμή της συναλλαγής αλλά σε μία μεταγενέστερη προκαθορισμένη ημερομηνία (όταν εκπληρώνεται η συναλλαγή). Ο αγοραστής ενός ΣΜΕ μπορεί, συνεπώς, να επενδύσει το κεφάλαιό του σε επιτόκιο χωρίς κίνδυνο (risk-free interest rate) μέχρι την ημερομηνία λήξης. Από την άλλη πλευρά, ο πωλητής ενός ΣΜΕ χάνει τόκους από τη συμμετοχή του στην συναλλαγή ΣΜΕ, καθώς θα μπορούσε αμέσως να επενδύσει τα κεφάλαια που προκύπτουν από μία συναλλαγή στην τρέχουσα αγορά με επιτόκιο χωρίς κίνδυνο.

Αν η τρέχουσα τιμή και η τιμή των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης του υποκειμένου εργαλείου ήταν ίδιες, ο αγοραστής ενός ΣΜΕ θα αποκόμιζε ένα σίγουρο κέρδος (ο τόκος που κερδίζεται). Ο πωλητής ενός ΣΜΕ, σε αντίθεση, θα είχε υποστεί μία σίγουρη ζημιά (τόκοι που χάνονται).

Η τιμή των ΣΜΕ είναι η τιμή στην οποία η υποκείμενη αξία μπορεί να αγοραστεί ή να πουληθεί στην ημερομηνία παράδοσης. Αντιθέτως, η τρέχουσα τιμή της υποκείμενης αξίας, υποδηλώνει την τιμή στην οποία η συγκεκριμένη αξία μπορεί να αγοραστεί και να πουληθεί στην παρούσα ημερομηνία. Στην περίπτωση των ΣΜΕ στην ηλεκτρική ενέργεια τα πράγματα είναι πολύ διαφορετικά. Ο πωλητής ή αγοραστής, όχι μόνο δεν μπορεί να αποθηκεύσει το υποκείμενο προϊόν στην τρέχουσα χρηματιστηριακή αξία, αλλά θα πρέπει να αναλάβει και τον κίνδυνο της μεγάλης διακύμανσης των τιμών της ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτό μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι οι τιμές θα εξαρτώνται από τις εκτιμήσεις των συναλλασσόμενων για την μελλοντική εξέλιξη της τιμής

## ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΤΩΝ ΣΜΕ

του υποκειμένου τίτλου. Σε γενικές γραμμές, οι τιμές της ηλεκτρικής ενέργειας επηρεάζονται από τα παρακάτω:

- **Καύσιμα:** Οι τιμές των καυσίμων, ειδικά για το φυσικό αέριο και τα καύσιμα πετρελαίου, μπορεί να αυξηθούν κατά τη διάρκεια περιόδων υψηλής ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας και όταν υπάρχουν περιορισμοί στην τροφοδοσία καυσίμων ή διακοπές λόγω ακραίων καιρικών φαινομένων και τυχαίων ζημιών στις μεταφορές και υποδομές παράδοσης. Οι υψηλότερες τιμές καυσίμων, με τη σειρά τους, ενδέχεται να οδηγήσουν σε υψηλότερο κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.
- **Κόστος σταθμού παραγωγής ενέργειας:** Κάθε μονάδα παραγωγής ενέργειας έχει κόστος κεφαλαίου, κατασκευής, συντήρησης και λειτουργίας.
- **Σύστημα μεταφοράς και διανομής:** Τα συστήματα μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας που συνδέουν σταθμούς παραγωγής ενέργειας με καταναλωτές έχουν κόστος κατασκευής, λειτουργίας και συντήρησης, το οποίο περιλαμβάνει την επισκευή ζημιών στα συστήματα από ατυχήματα ή ακραία καιρικά φαινόμενα και τη βελτίωση της ασφάλειας.
- **Καιρικές συνθήκες:** Οι ακραίες θερμοκρασίες μπορούν να αυξήσουν τη ζήτηση για θέρμανση και ψύξη και οι επακόλουθες αυξήσεις στη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας μπορούν να αυξήσουν τις τιμές καυσίμου και ηλεκτρικής ενέργειας. Η βροχή και το χιόνι παρέχουν νερό για παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας χαμηλού κόστους και ο άνεμος μπορεί να παρέχει παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας χαμηλού κόστους όταν οι ταχύτητες του ανέμου είναι ευνοϊκές. Ωστόσο, όταν υπάρχει ξηρασία ή ανταγωνιστική ζήτηση υδάτινων πόρων ή όταν οι ταχύτητες του ανέμου πέφτουν, η απώλεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από αυτές τις πηγές μπορεί να ασκήσει ανοδική πίεση σε άλλες πηγές ενέργειας.
- **Κανονισμοί:** Σε ορισμένες χώρες, οι δημόσιες υπηρεσίες (υπηρεσίες κοινής ωφέλειας) ρυθμίζουν πλήρως τις τιμές, ενώ άλλες χώρες έχουν συνδυασμό μη ρυθμιζόμενων τιμών και ρυθμιζόμενων τιμών.

Η ζήτηση της ηλεκτρικής ενέργειας, και γενικά ο κίνδυνος απώλειας ή περίσσειας ηλεκτρικής ενέργειας, όπως αναφέρθηκε, αντανακλάται στο risk premium των ΣΜΕ. Από την άλλη, όπως παρατηρήθηκε σε προηγούμενη ενότητα (Πίνακας 2.1) η πρόβλεψη των τιμών εξαρτάται κατά κύριο λόγο από τις τιμές των υποκειμένων καυσίμων σε συνάρτηση με την κυρίαρχη τεχνολογία παραγωγής κάθε χώρας. Ιδιαίτερο ρόλο διαδραματίζει στα παραπάνω οι τιμές των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα. Καθώς το κόστος των εκπομπών ανεβαίνει, γεννάται ένα πρόσθετο κόστος (μεταβλητό) στον παραγωγό το οποίο για εργοστάσια παραγωγής με βάση τον άνθρακα

είναι υψηλότερο λόγω μεγαλύτερων εκπομπών ανά παραγόμενη μονάδα ηλεκτρικής ενέργειας αλλά και εξαιτίας της φύσης του καυσίμου (έναντι του φυσικού αερίου).

### **5.1. Η επιρροή του κόστους των υποκείμενων καυσίμων στα ετήσια συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης στην ενέργεια**

Τα δεδομένα των ετήσιων συμβολαίων είναι αυτά που περιεγράφηκαν στην προηγούμενη ενότητα (4.5) ενώ πηγή για τις τιμές των υποκείμενων καυσίμων αποτελεί το διαδίκτυο<sup>1</sup>.

#### **5.1.1. Κόστος αργού πετρελαίου**

Όπως φαίνεται παρακάτω, τα τελευταία τέσσερα χρόνια, ο δείκτης τιμών του αργού πετρελαίου δεν φαίνεται να επηρεάζει άμεσα τις τιμές των ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας. Οι αλλαγές στις τιμές του πετρελαίου έχουν άμεσο αντίκτυπο στις τιμές της ηλεκτρικής ενέργειας μόνο όπου το ίδιο το πετρέλαιο χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας<sup>2</sup>.

Η εξάρτηση των τιμών κορυφής στις τιμές του αργού πετρελαίου είναι μεγαλύτερη απ' ό,τι στις τιμές βάσης, αυτό συμβαίνει διότι η πιθανότητα ένταξης, και επομένως εξάρτησης της πραγματικής τιμής του ηλεκτρισμού, των μονάδων αυτών είναι μεγαλύτερη. Καθώς, μόνο το 3% του συνόλου της ηλεκτρικής ενέργειας της ΕΕ παράγεται από προϊόντα πετρελαίου η επίπτωση του πετρελαίου περιορίζεται έντονα και σταδιακά στο χρόνο<sup>3</sup>.

Θα πρέπει ωστόσο να τονίσουμε ότι ο σημαντικότερος έμμεσος αντίκτυπος του είναι στην τιμή του φυσικού αερίου μέσω συμβάσεων με δείκτες πετρελαίου<sup>4</sup>, επομένως, εμμέσως, επηρεάζει σημαντικά και τις τιμές των ΣΜΕ της ηλεκτρικής ενέργειας.

---

<sup>1</sup> Ειδικότερα: <https://www.investing.com/> τελευταία ενεργή προσπέλαση την: 05/09/2020. Οι τιμές του φυσικού αερίου αντλήθηκαν από <https://www.theice.com/products/27996665/Dutch-TTF-Gas-Futures> στον ίδιο χρόνο.

<sup>2</sup> Κάτι το οποίο δεν συμβαίνει στις υπό εξέταση χώρες τουλάχιστον στις τιμές βάσης

<sup>3</sup> The impact of the oil Price on EU Energy prices, European Parliament, p. 99

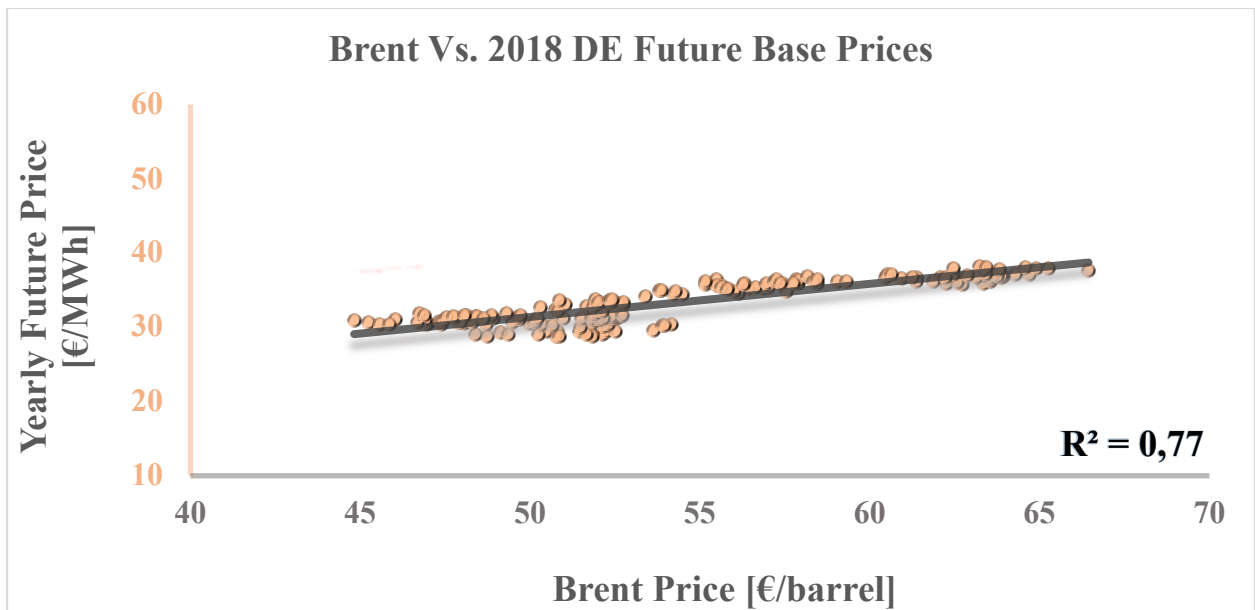
<sup>4</sup> Natural gas through oil indexed contracts

## ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΤΩΝ ΣΜΕ

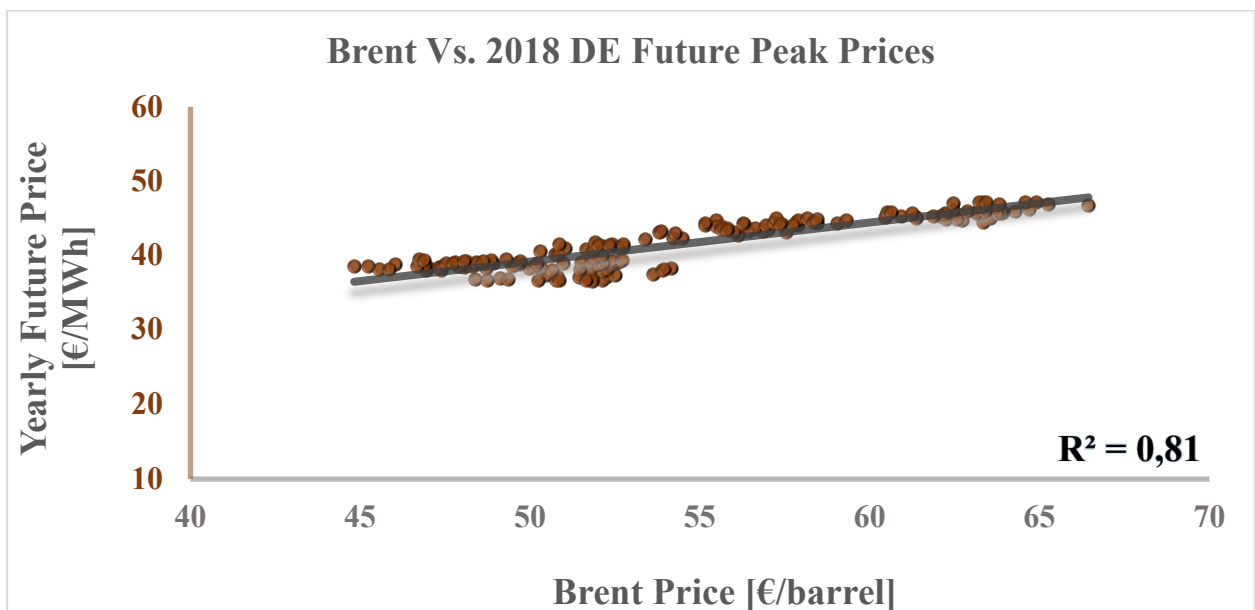
Πίνακας 5.1: Συσχετισμός μεταξύ ετήσιων ΣΜΕ αργού πετρελαίου και ετήσιων ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τις χώρες της Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR) για τα έτη 2017-2019 με χρόνο αναφοράς: το μήνα της παράδοσης και, το έτος φυσικής παράδοσης ή οικονομικής εκκαθάρισης

Στην πρώτη στήλη διακρίνεται η κατηγοριοποίηση με βάση το χρόνο αναφοράς, στη δεύτερη ο τύπος του συμβολαίου, στην τρίτη η χώρα αναφοράς, στην τέταρτη το μέγεθος του δείγματος, στην πέμπτη η μέση τιμή των ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας σε €/MWh, ενώ στη συνέχεια, η παράμετρος  $R^2$  και  $r$  καθώς επίσης και η μέση τιμή των ΣΜΕ του αργού πετρελαίου σε €/barrel.

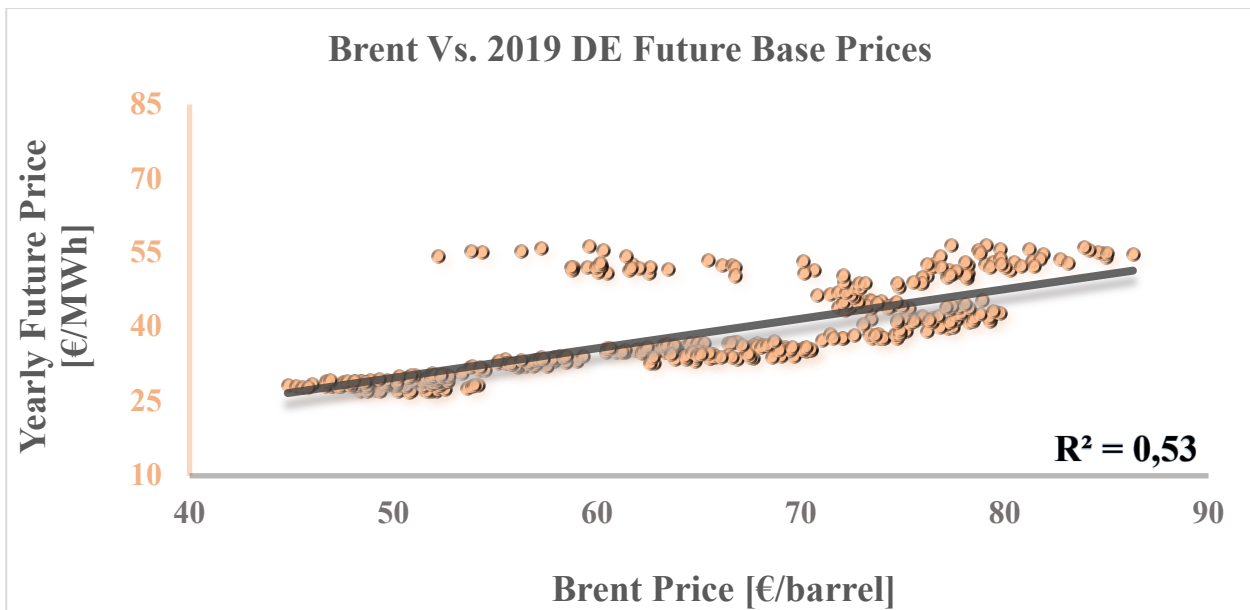
Future & Brent Price Pearson correlation coefficient							
Future	Type	Country	Sample	Mean	R-Square	r	Brent Mean
Y-1	Base	DE	424	39,62	0,46	0,68	64,90
Y-2	Base	DE	176	31,26	0,87	0,93	54,78
2018	Base	DE	174	33,46	0,77	0,88	54,64
2019	Base	DE	426	38,69	0,53	0,73	64,90
Y-1	Peak	DE	424	48,96	0,47	0,69	64,90
Y-2	Peak	DE	176	39,69	0,62	0,79	54,78
2018	Peak	DE	174	41,65	0,81	0,90	54,64
2019	Peak	DE	426	48,05	0,53	0,73	64,90
Y-1	Base	FR	760	40,15	0,61	0,78	57,18
Y-2	Base	FR	512	34,44	0,66	0,81	49,90
Y-3	Base	FR	257	31,74	0,49	0,70	45,15
2017	Base	FR	255	33,33	0,30	0,55	45,06
2018	Base	FR	510	34,85	0,68	0,83	49,83
2019	Base	FR	764	39,27	0,68	0,83	57,20
Y-1	Peak	FR	760	52,21	0,52	0,72	57,18
Y-2	Peak	FR	512	46,39	0,64	0,80	49,90
Y-3	Peak	FR	257	43,48	0,45	0,67	45,15
2017	Peak	FR	255	44,62	0,24	0,49	45,06
2018	Peak	FR	510	46,24	0,66	0,81	49,83
2019	Peak	FR	764	51,81	0,65	0,81	57,20



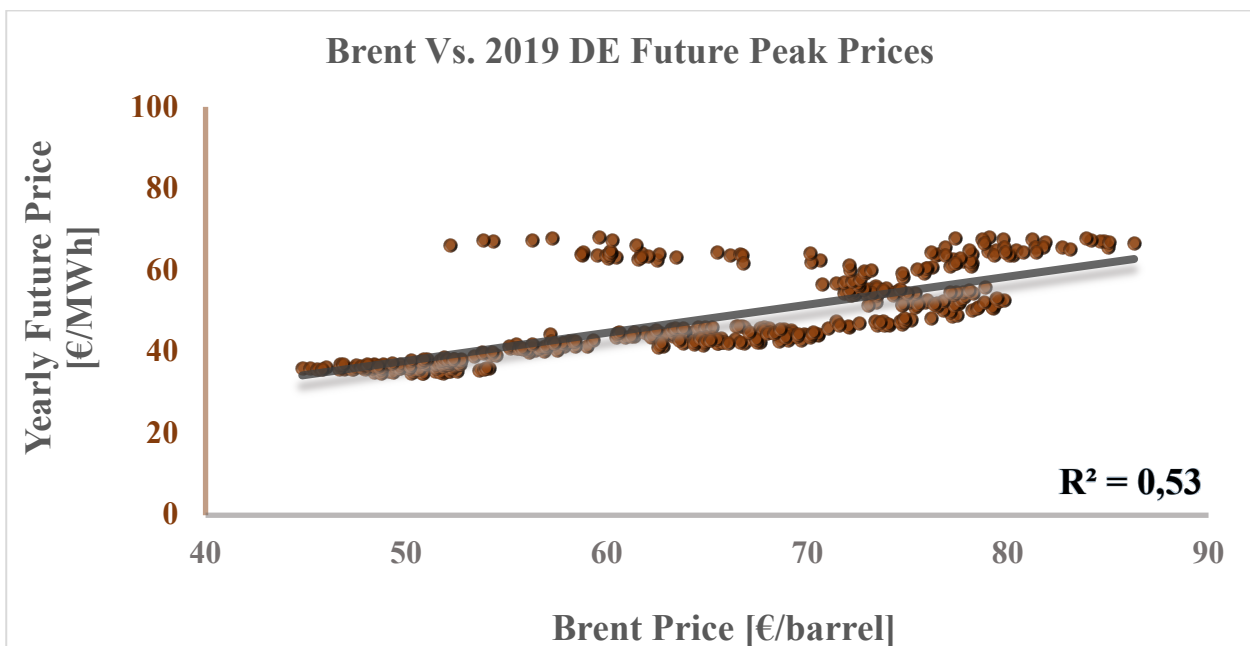
Σχήμα 5.1: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ αργού πετρελαίου και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γερμανίας το έτος 2018



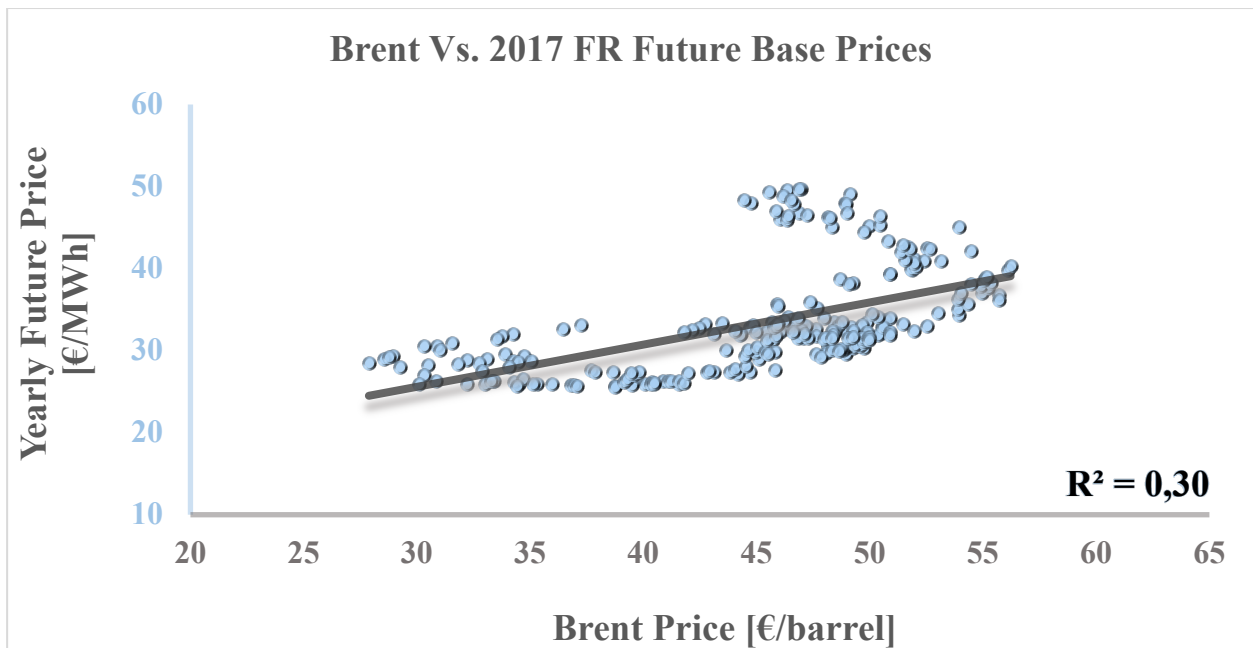
Σχήμα 5.2: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ αργού πετρελαίου και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γερμανίας το έτος 2018



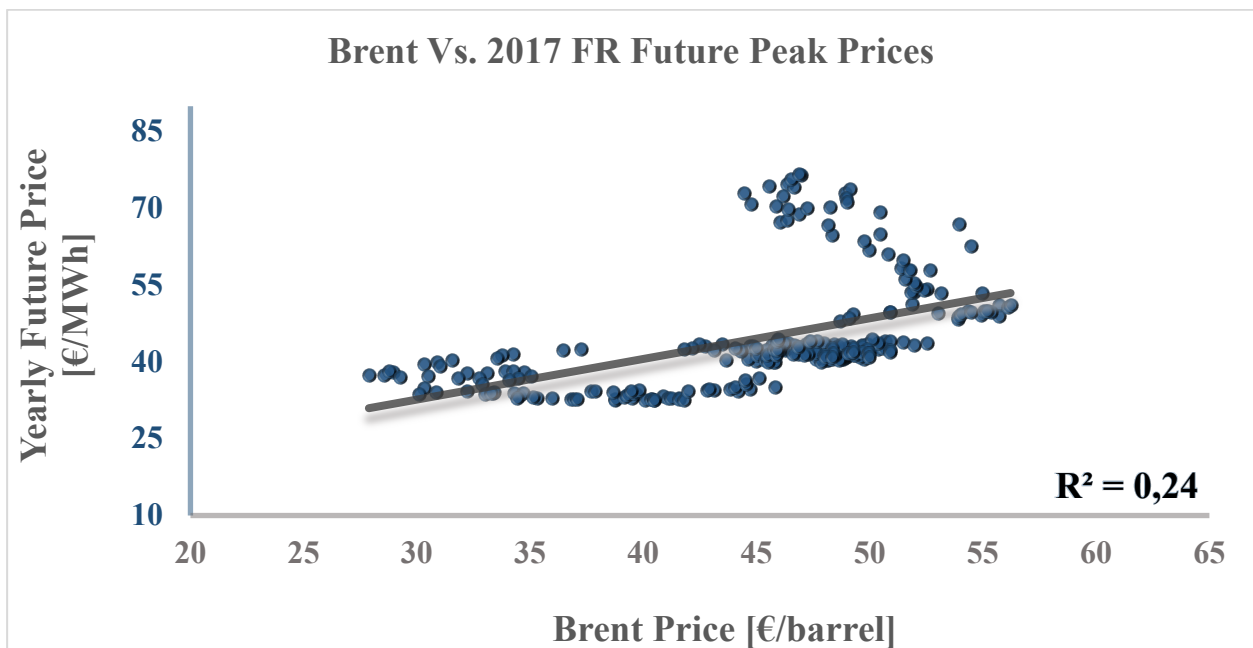
Σχήμα 5.3: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ αργού πετρελαίου και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γερμανίας το έτος 2019



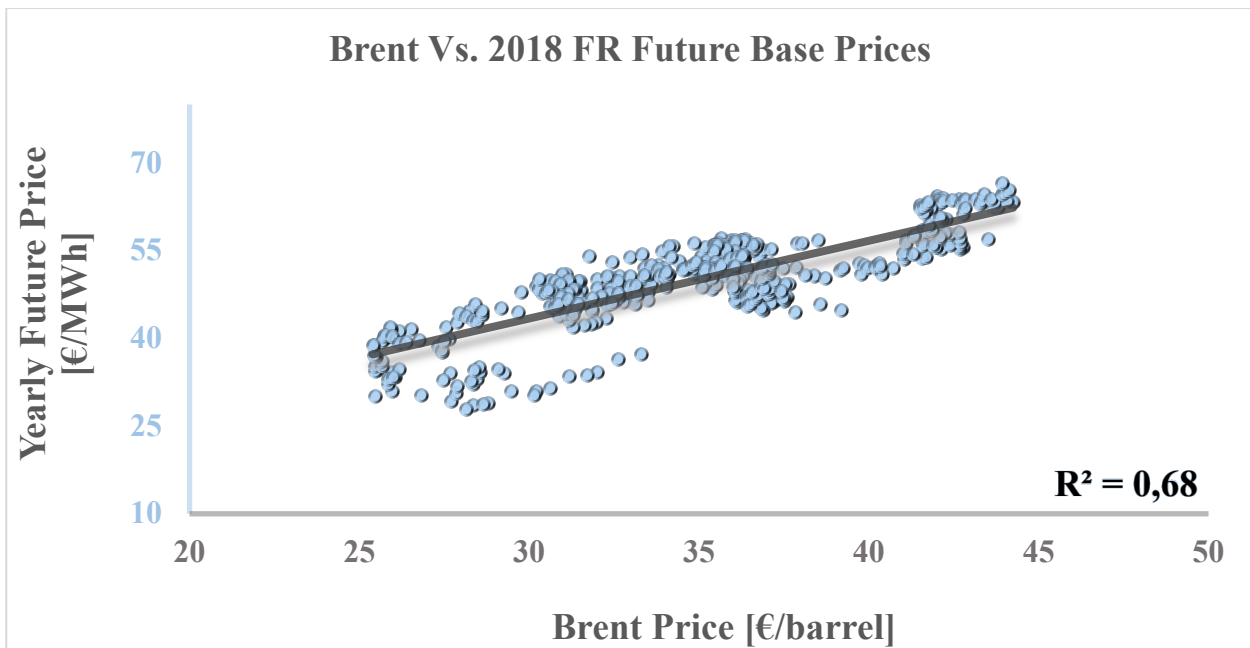
Σχήμα 5.4: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ αργού πετρελαίου και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γερμανίας το έτος 2019



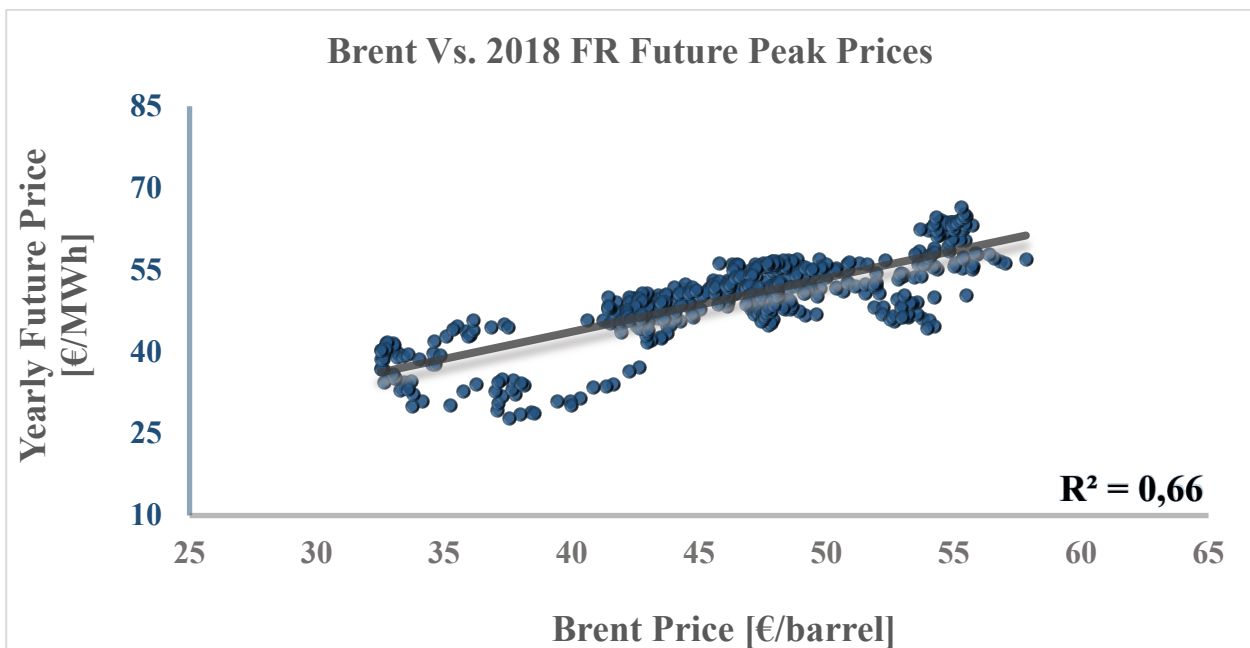
Σχήμα 5.5: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ αργού πετρελαίου και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας το έτος 2017



Σχήμα 5.6: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ αργού πετρελαίου και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας το έτος 2017

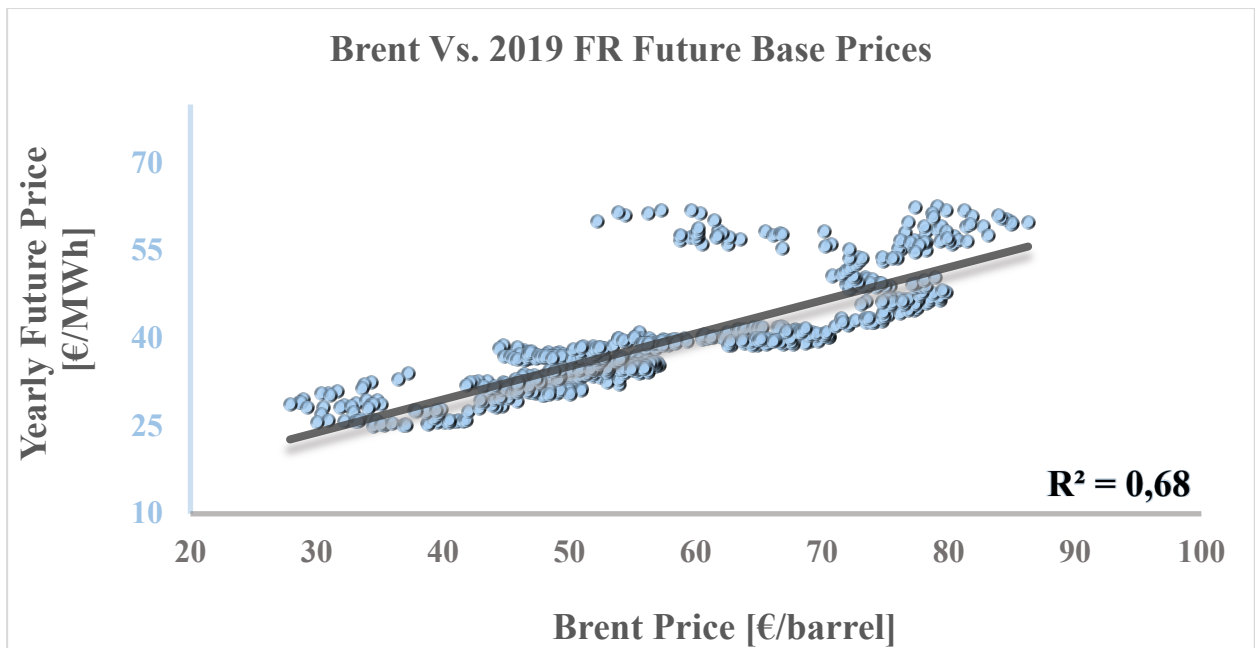


Σχήμα 5.7: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ αργού πετρελαίου και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας το έτος 2018

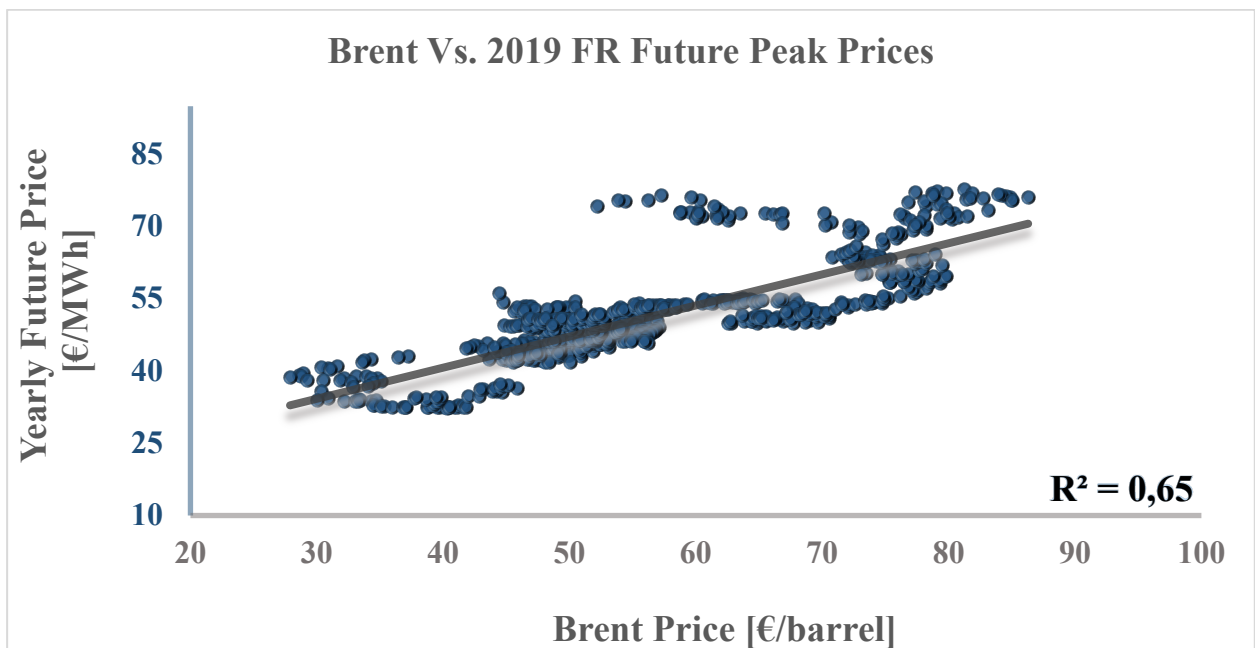


Σχήμα 5.8: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ αργού πετρελαίου και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας το έτος 2018

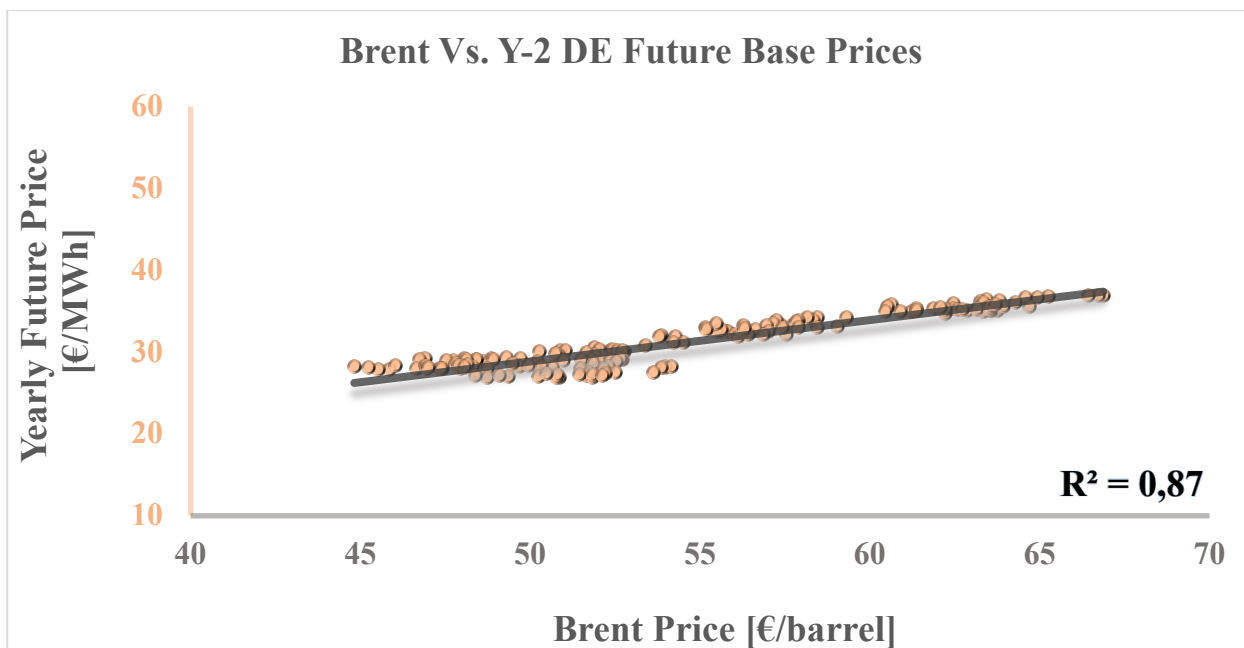




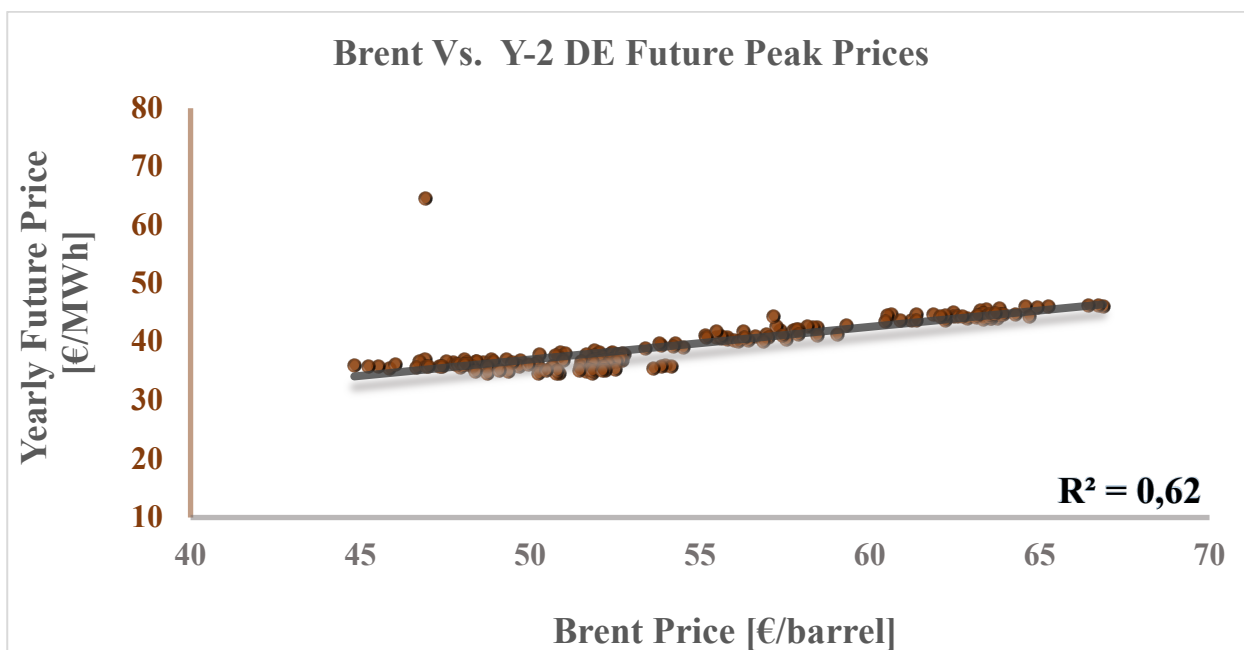
Σχήμα 5.9: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ αργού πετρελαίου και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας το έτος 2019



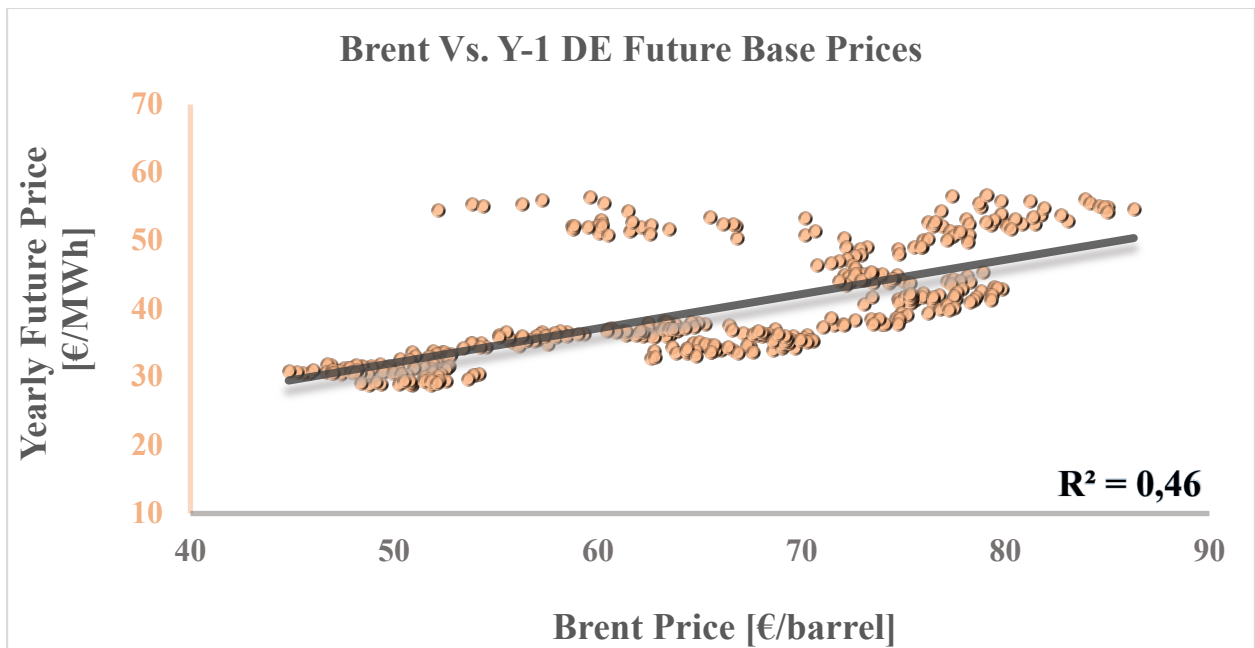
Σχήμα 5.10: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ αργού πετρελαίου και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας το έτος 2019



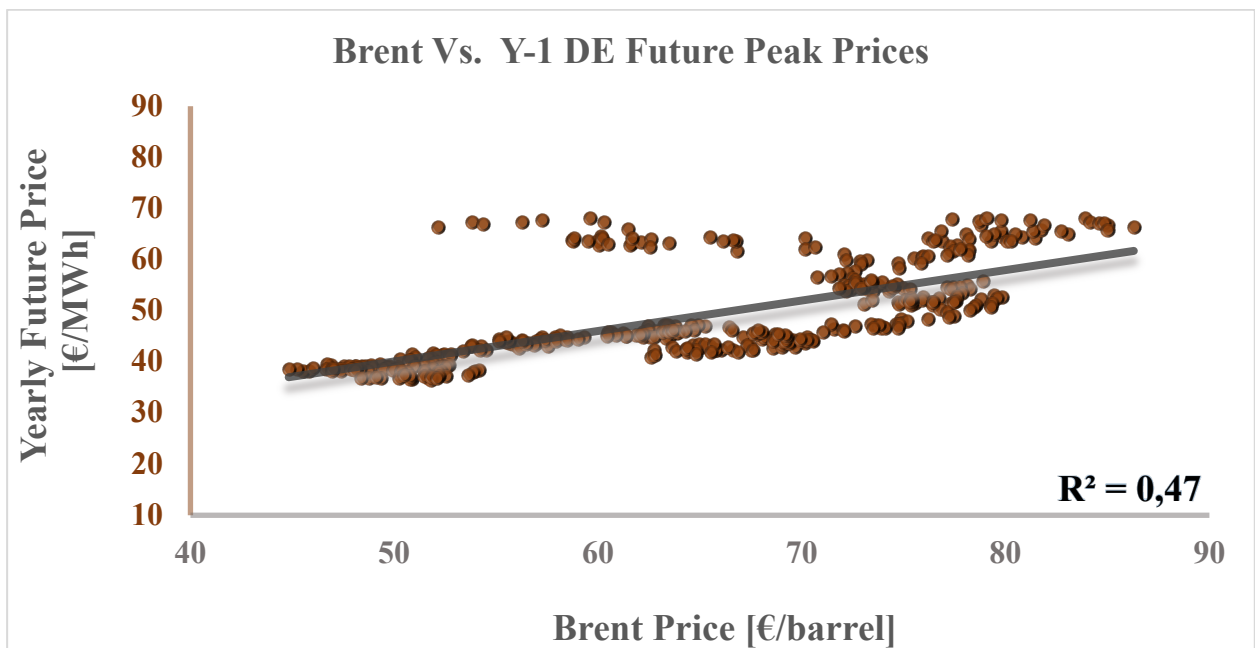
Σχήμα 5.11: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ αργού πετρελαίου και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γερμανίας σε χρόνο διαπραγμαύτεσης δύο χρόνια πριν την φυσική παράδοση



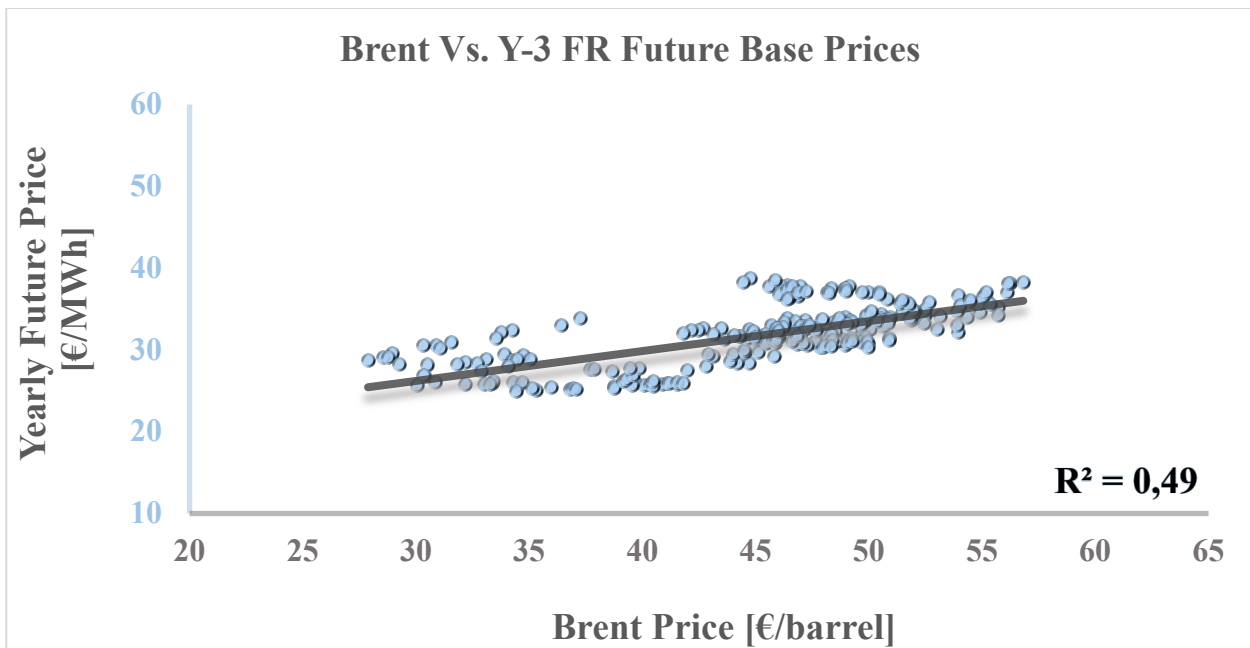
Σχήμα 5.12: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ αργού πετρελαίου και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γερμανίας σε χρόνο διαπραγμαύτεσης δύο χρόνια πριν την φυσική παράδοση



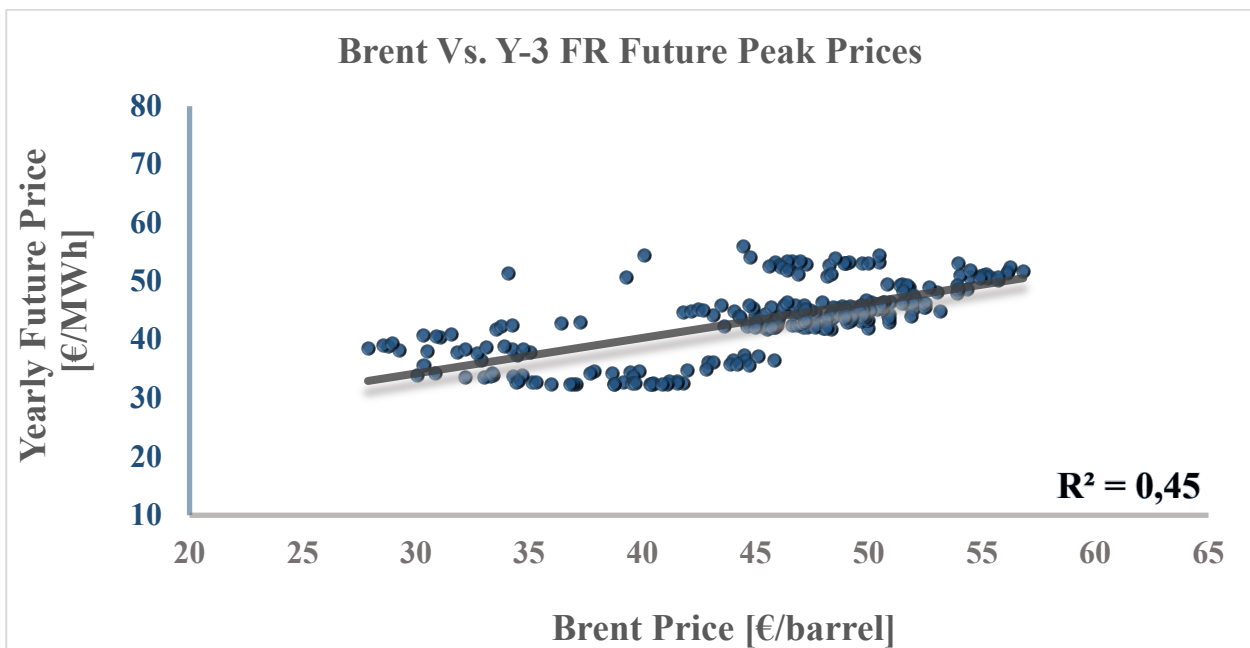
Σχήμα 5.13: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ αργού πετρελαίου και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γερμανίας σε χρόνο διαπραγμαύτωσης ένα χρόνο πριν την φυσική παράδοση



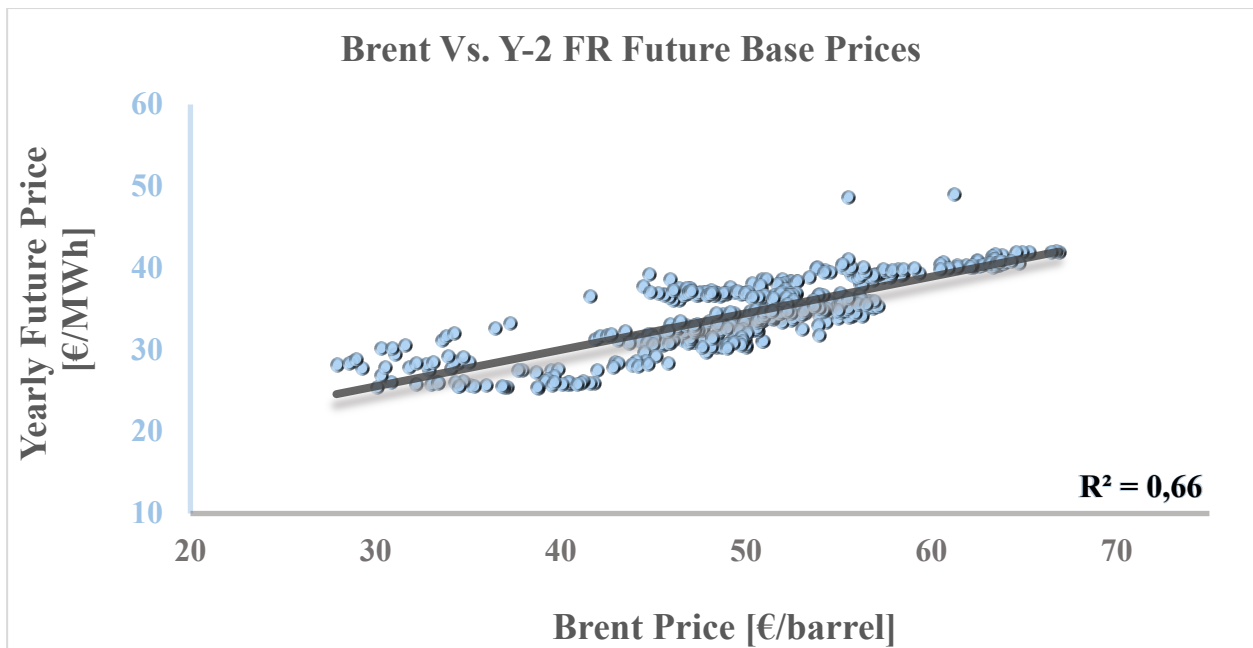
Σχήμα 5.14: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ αργού πετρελαίου και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γερμανίας σε χρόνο διαπραγμαύτωσης ένα χρόνο πριν την φυσική παράδοση



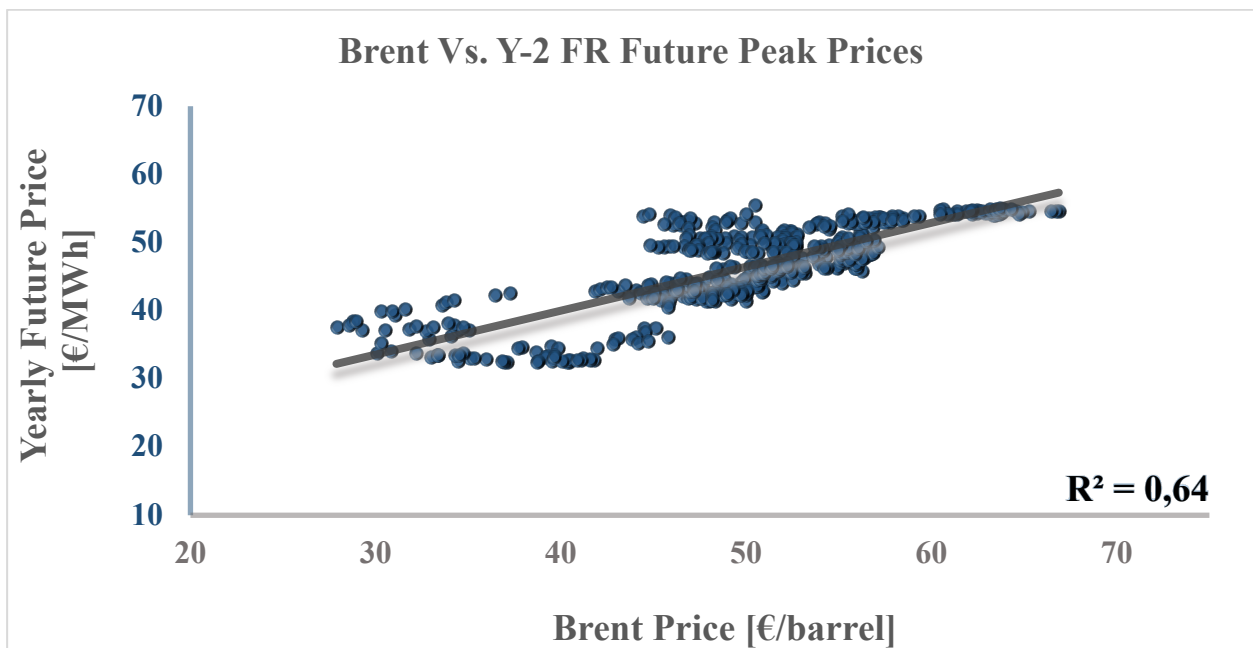
Σχήμα 5.15: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ αργού πετρελαίου και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας σε χρόνο διαπραγμαύεσης τρία χρόνια πριν την φυσική παράδοση



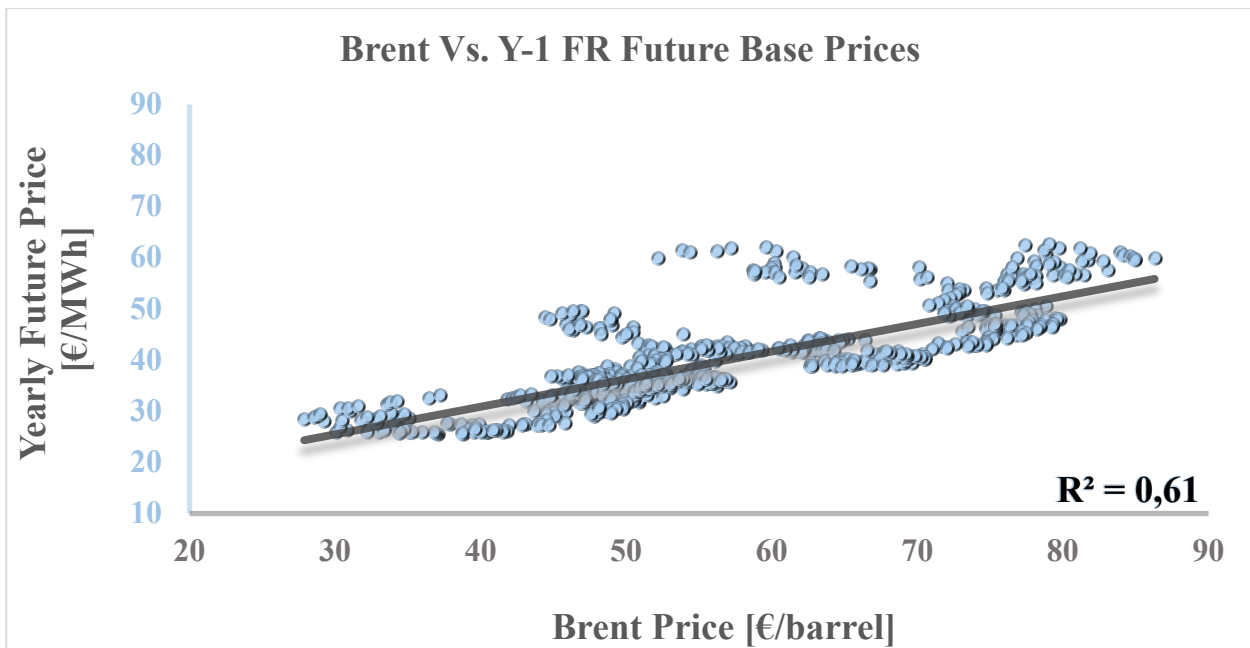
Σχήμα 5.16: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ αργού πετρελαίου και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας σε χρόνο διαπραγμαύεσης τρία χρόνια πριν την φυσική παράδοση



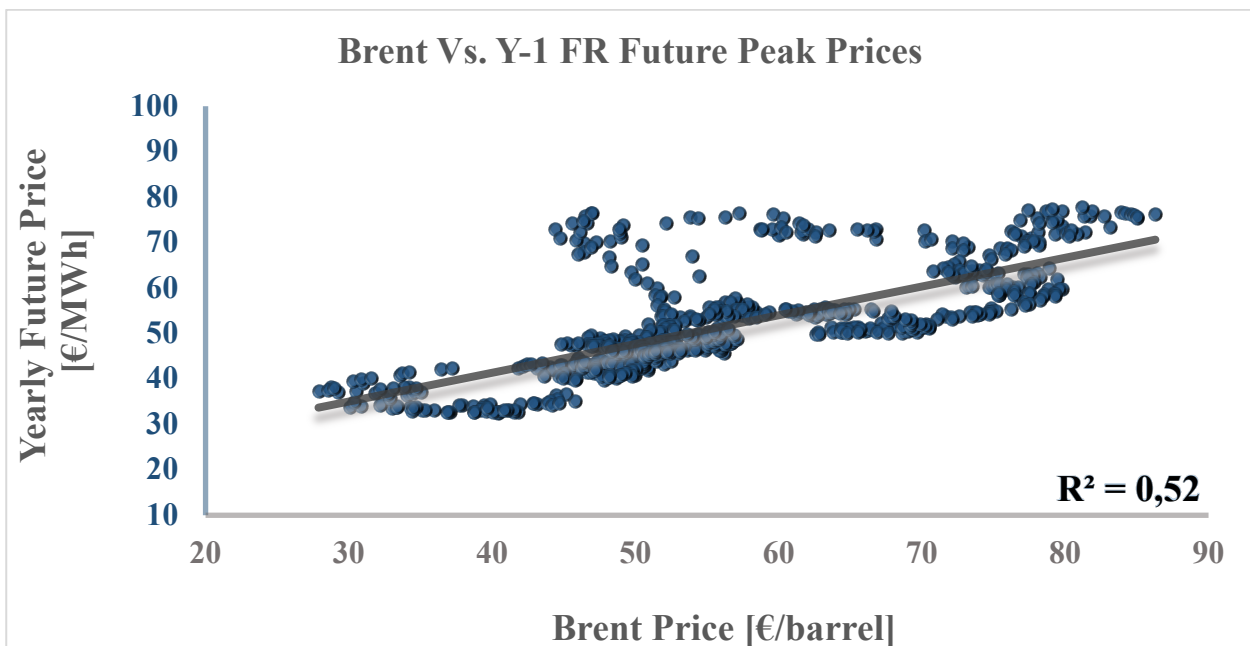
Σχήμα 5.17: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ αργού πετρελαίου και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας σε χρόνο διαπραγμαύτεσης δύο χρόνια πριν την φυσική παράδοση



Σχήμα 5.18: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ αργού πετρελαίου και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας σε χρόνο διαπραγμαύτεσης δύο χρόνια πριν την φυσική παράδοση

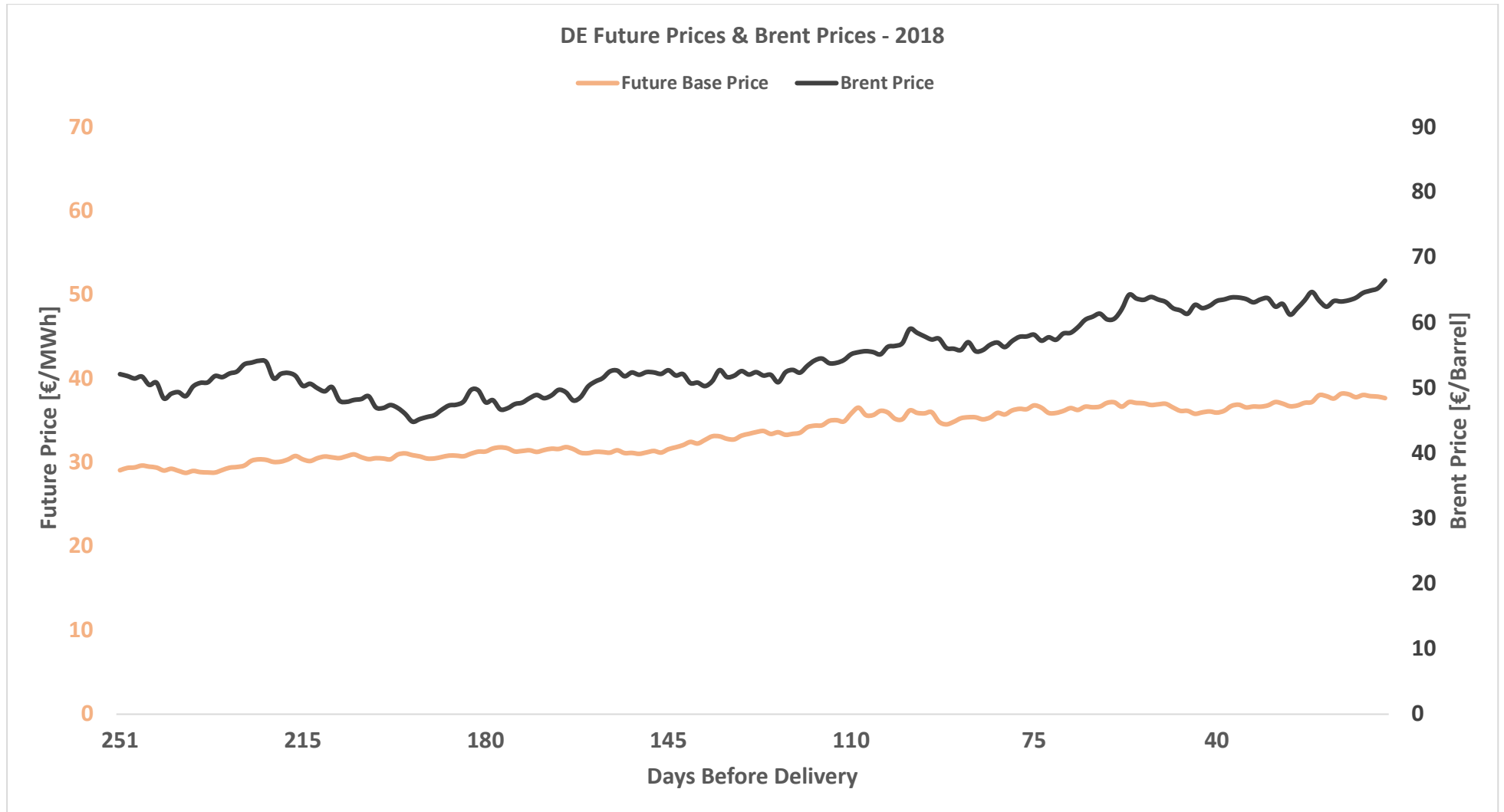


Σχήμα 5.19: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ αργού πετρελαίου και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας σε χρόνο διαπραγμαυτέσης ένα χρόνο πριν την φυσική παράδοση



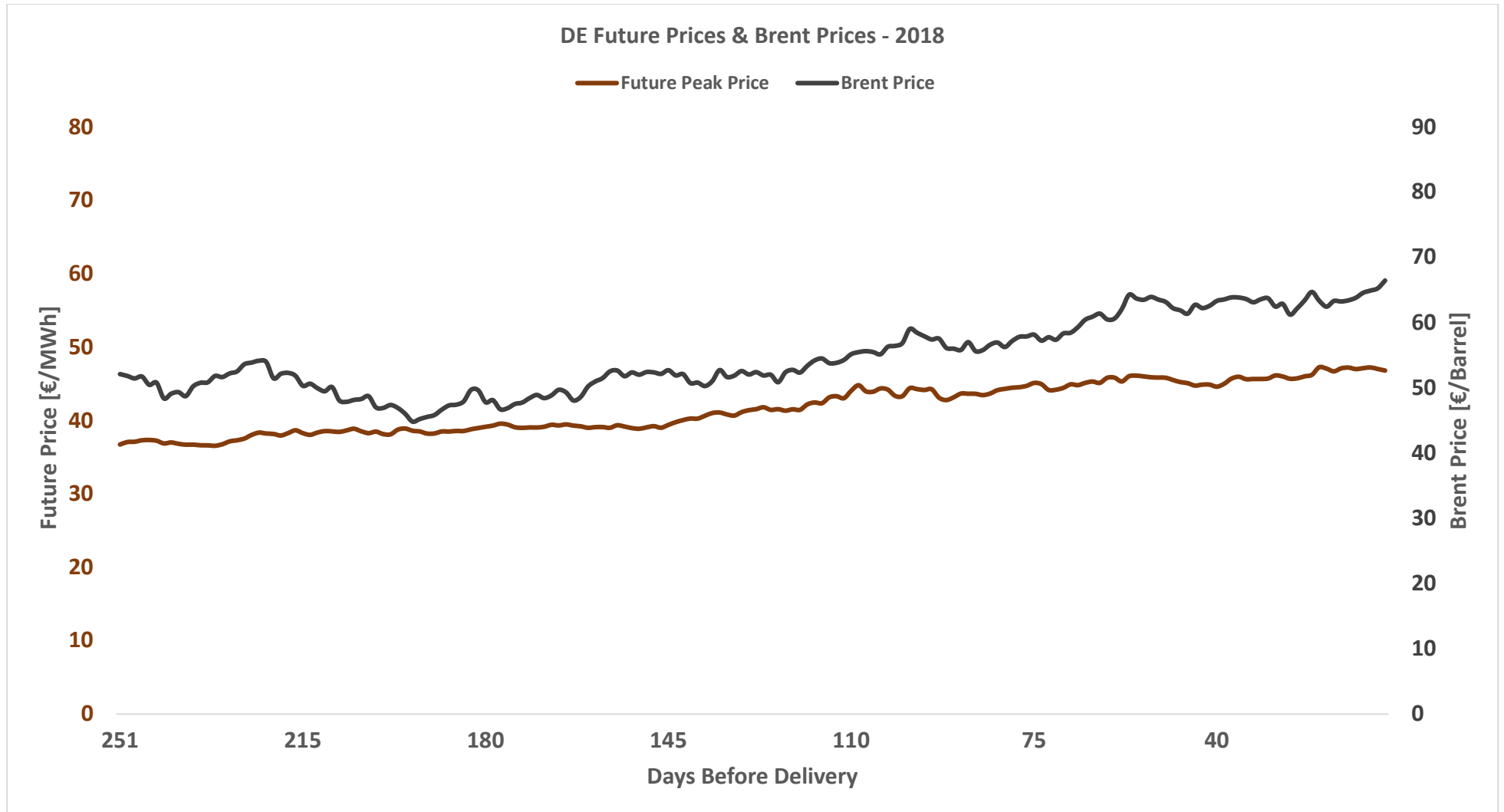
Σχήμα 5.20: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ αργού πετρελαίου και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας σε χρόνο διαπραγμαυτέσης ένα χρόνο πριν την φυσική παράδοση

## ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΤΩΝ ΣΜΕ



Σχήμα 5.21: Χρονολογική εξέλιξη ετήσιων τιμών ΣΜΕ αργού πετρελαίου και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γερμανίας για το έτος 2018

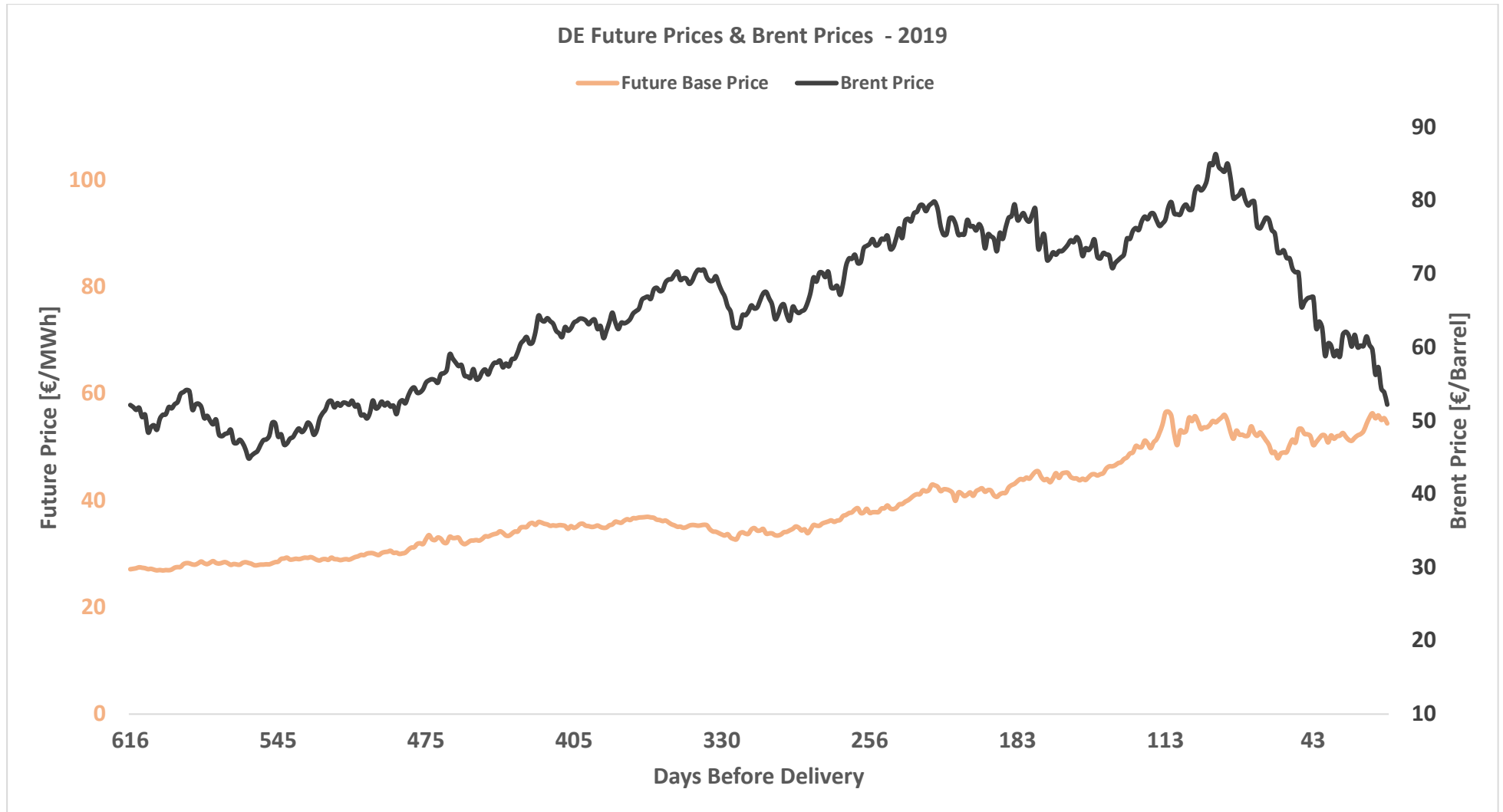
## ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΤΩΝ ΣΜΕ



Σχήμα 5.22: Χρονολογική εξέλιξη ετήσιων τιμών ΣΜΕ αργού πετρελαίου και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γερμανίας για το έτος 2018

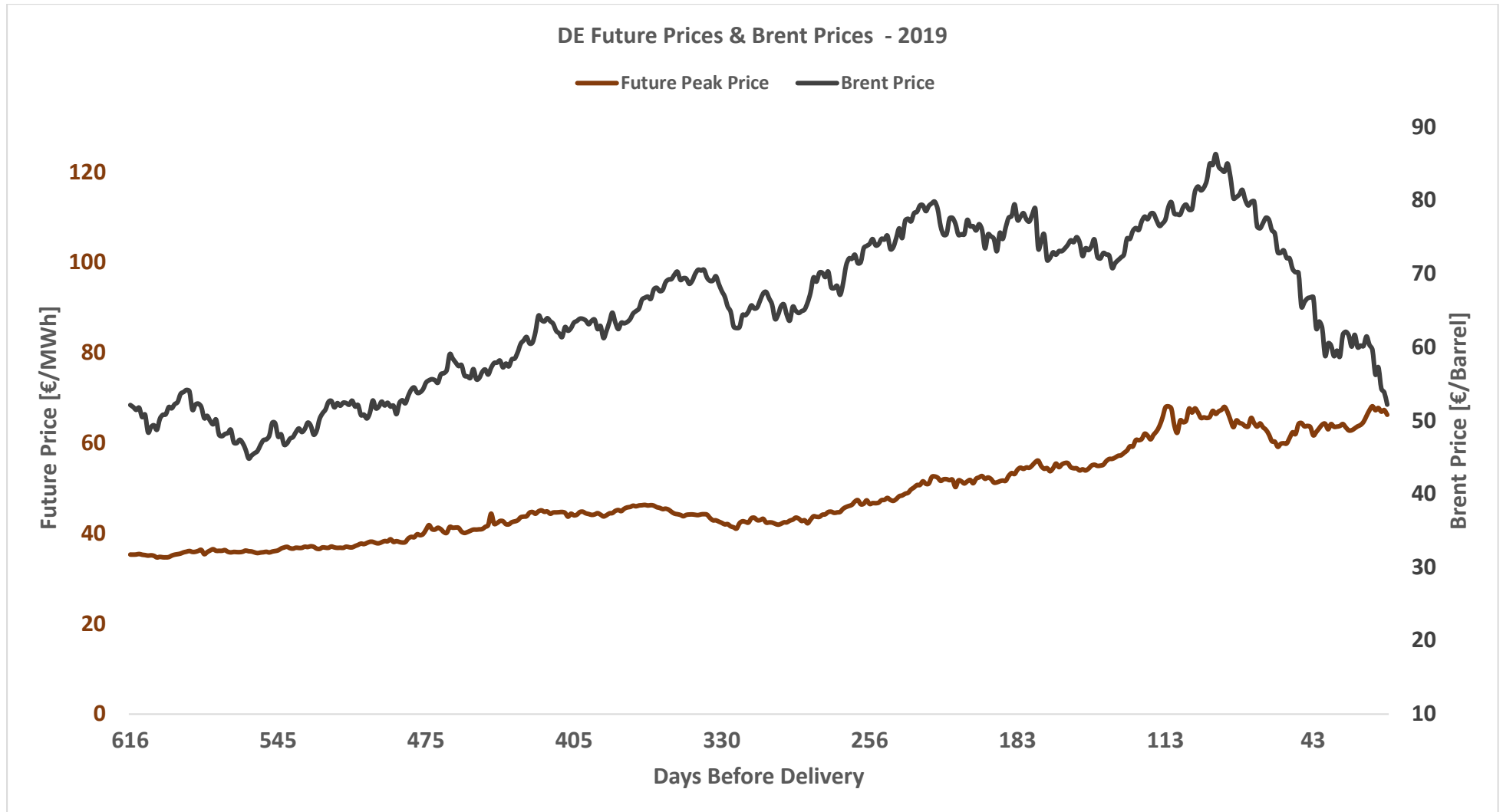


## ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΤΩΝ ΣΜΕ



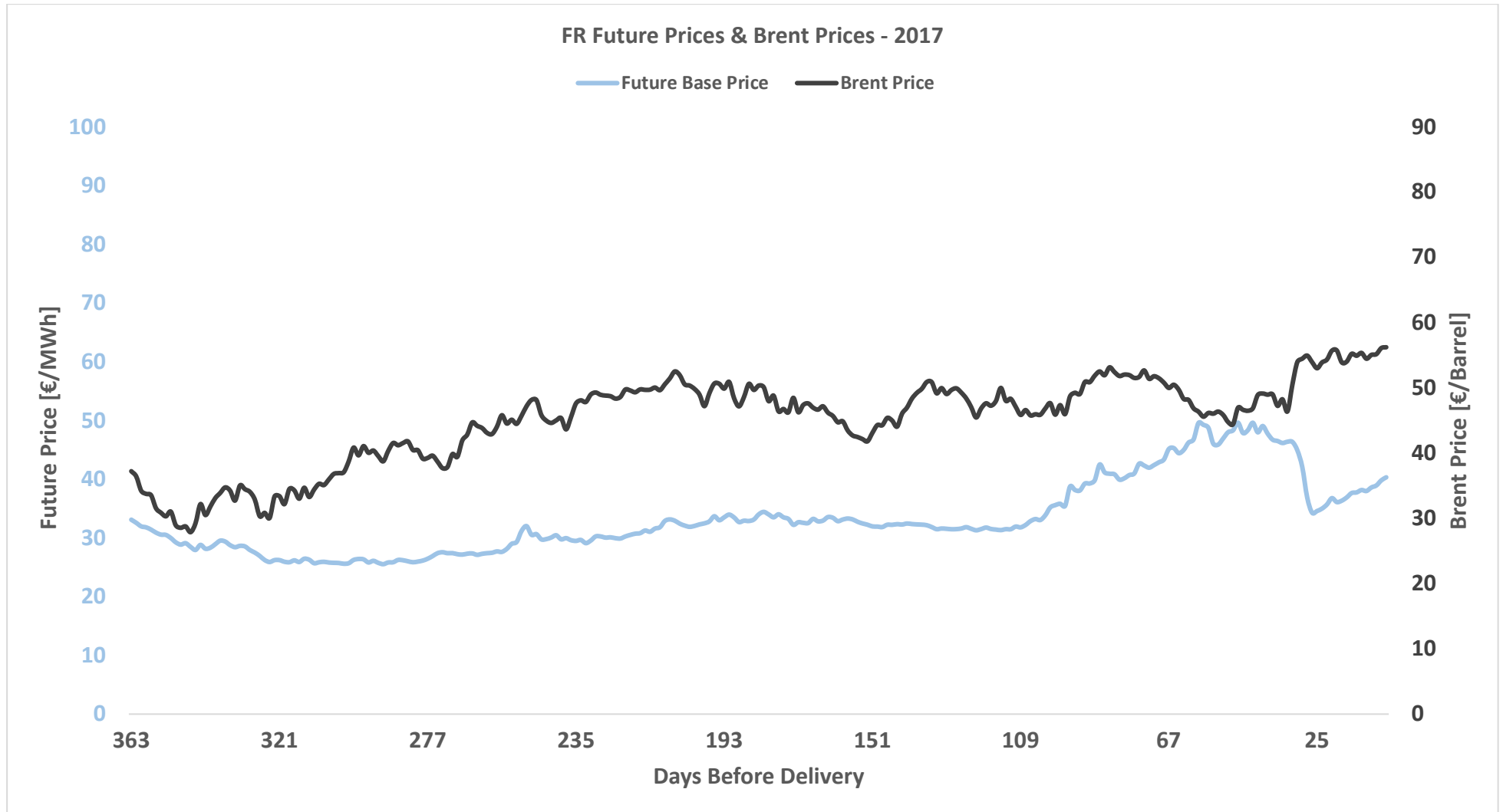
Σχήμα 5.23: Χρονολογική εξέλιξη ετήσιων τιμών ΣΜΕ αργού πετρελαίου και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γερμανίας για το έτος 2019

## ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΤΩΝ ΣΜΕ



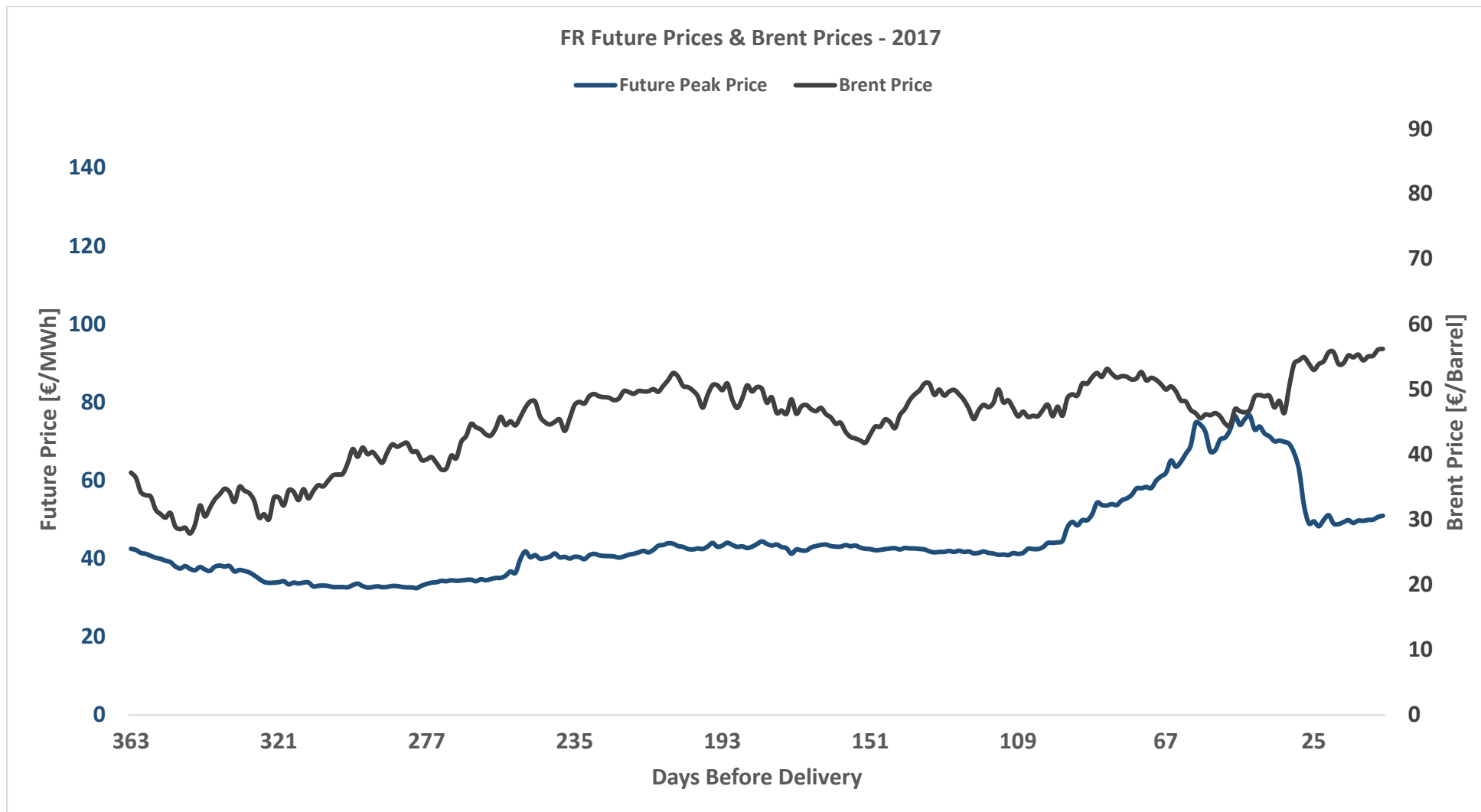
Σχήμα 5.24: Χρονολογική εξέλιξη ετήσιων τιμών ΣΜΕ αργού πετρελαίου και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γερμανίας για το έτος 2019

## ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΤΩΝ ΣΜΕ



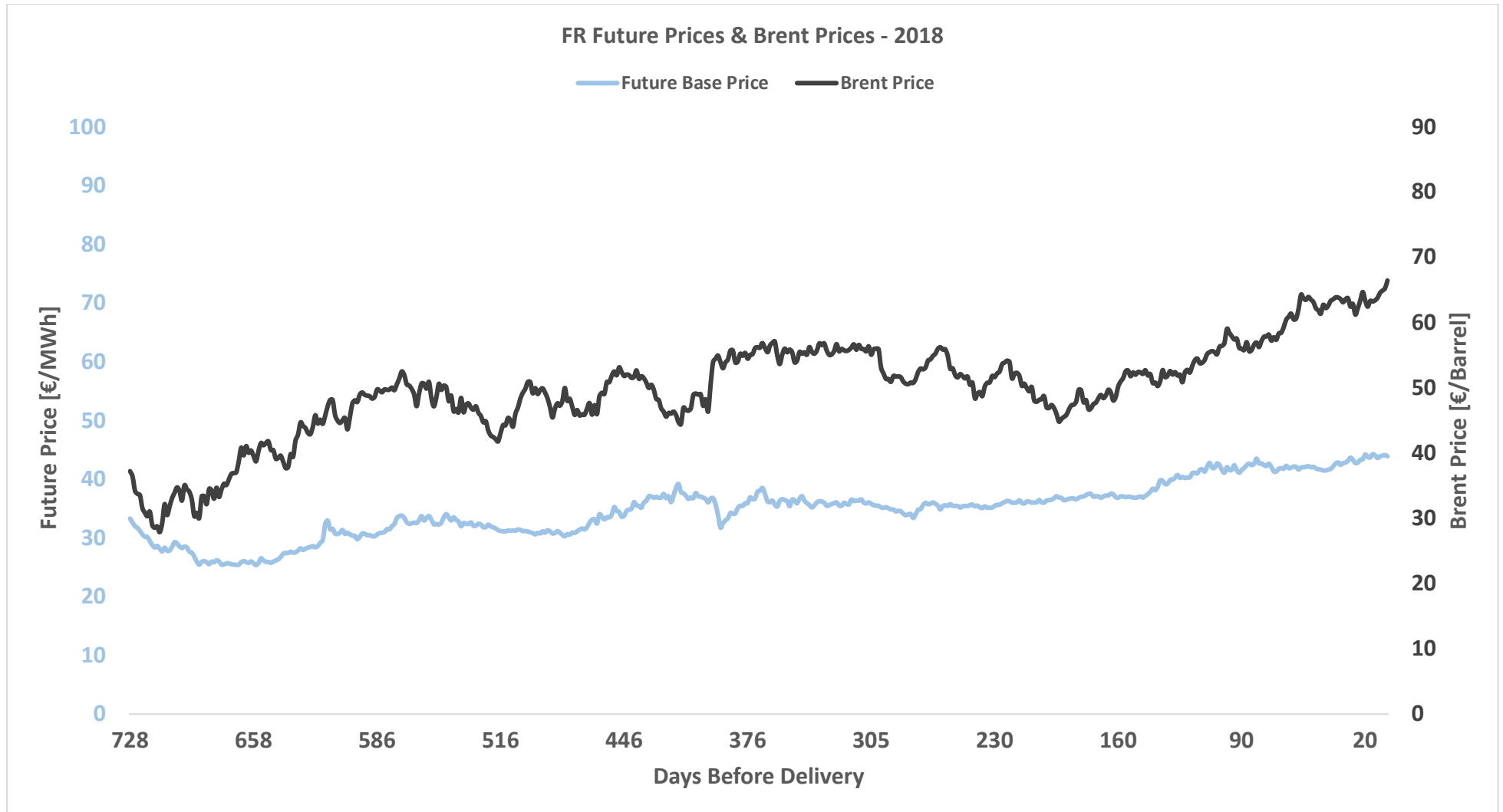
Σχήμα 5.25: Χρονολογική εξέλιξη ετήσιων τιμών ΣΜΕ αργού πετρελαίου και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας για το έτος 2017

## ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΤΩΝ ΣΜΕ



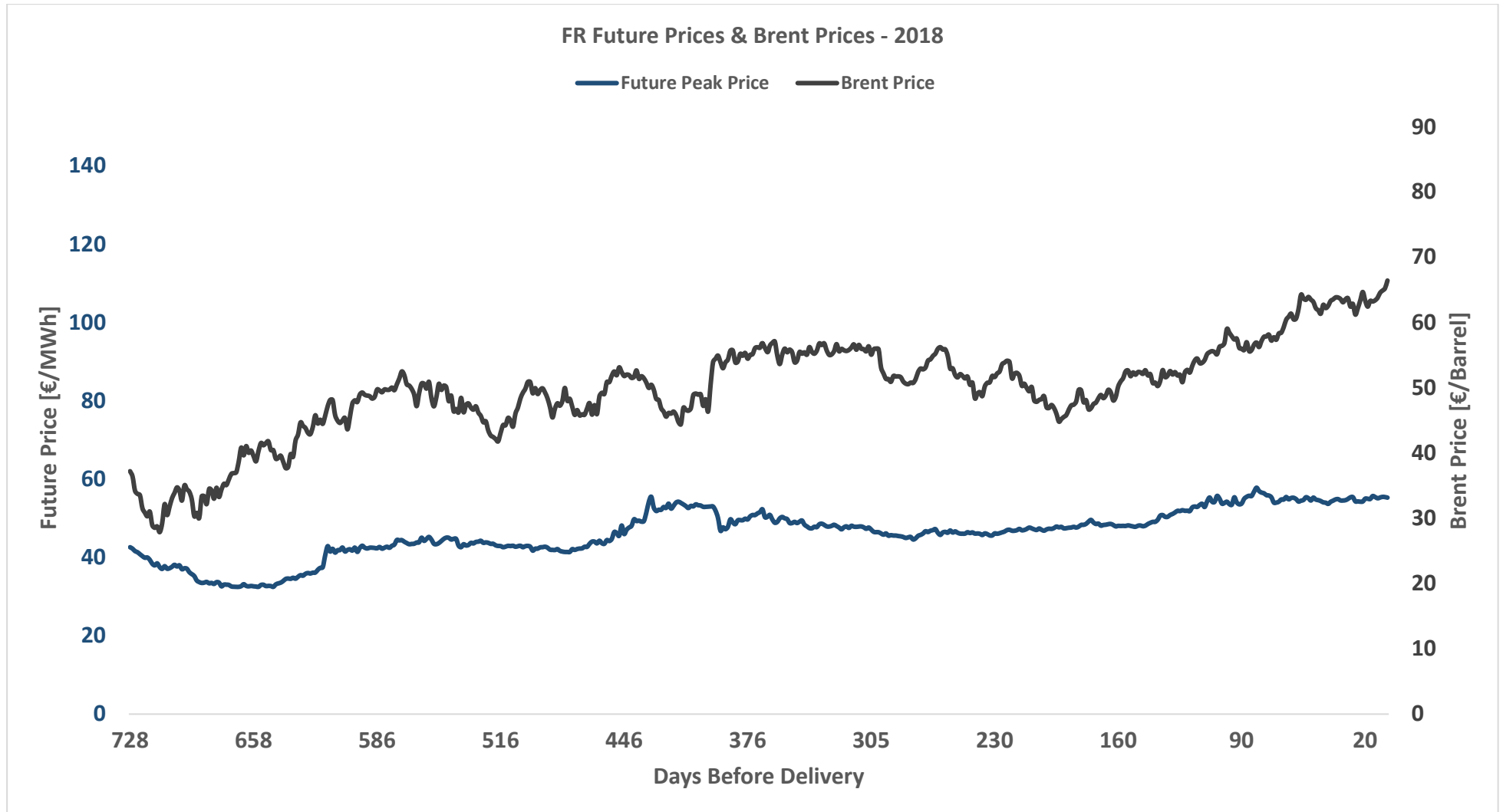
Σχήμα 5.26: Χρονολογική εξέλιξη ετήσιων τιμών ΣΜΕ αργού πετρελαίου και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας για το έτος 2017

## ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΤΩΝ ΣΜΕ



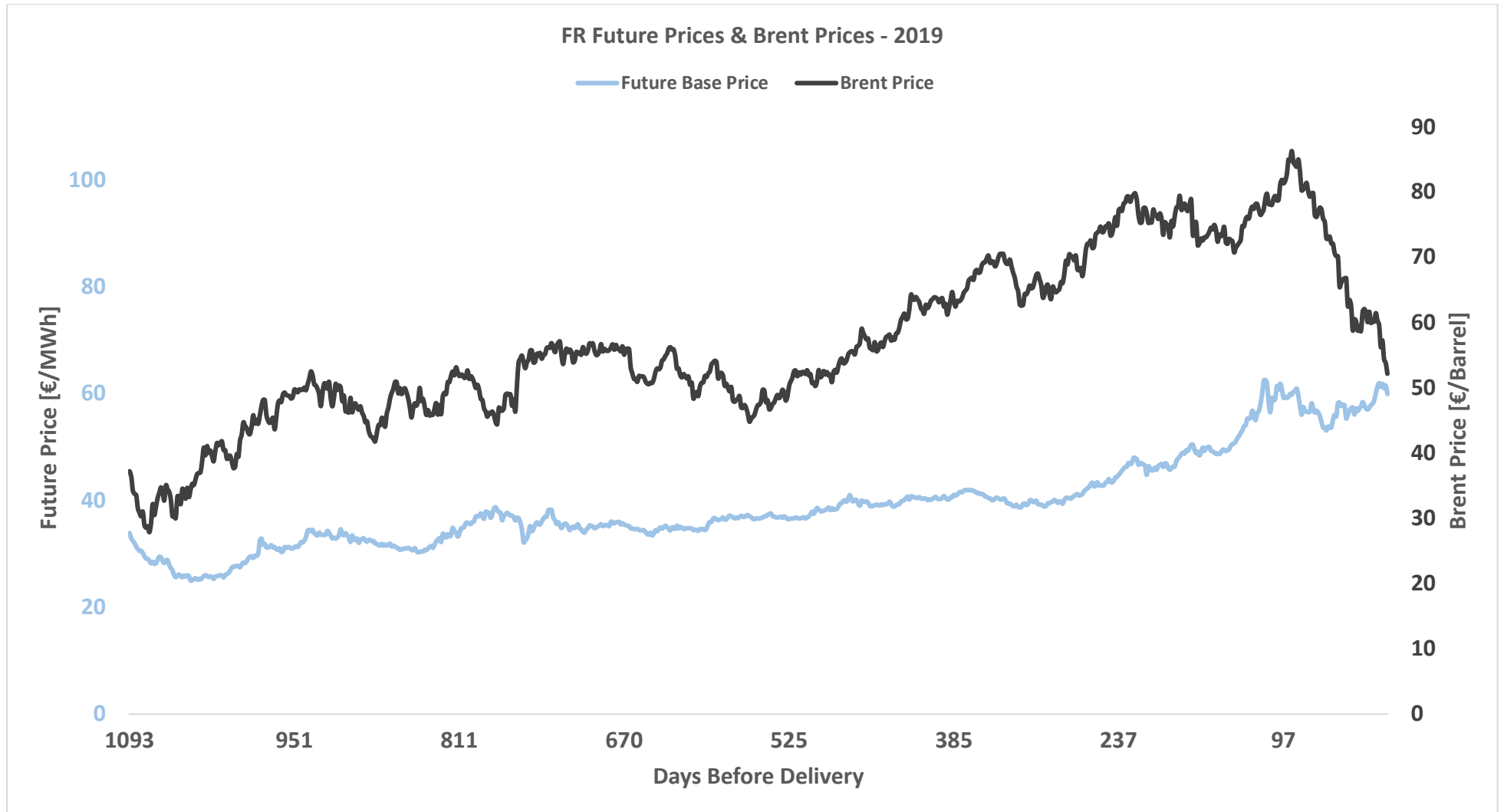
Σχήμα 5.27: Χρονολογική εξέλιξη ετήσιων τιμών ΣΜΕ αργού πετρελαίου και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας για το έτος 2018

## ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΤΩΝ ΣΜΕ



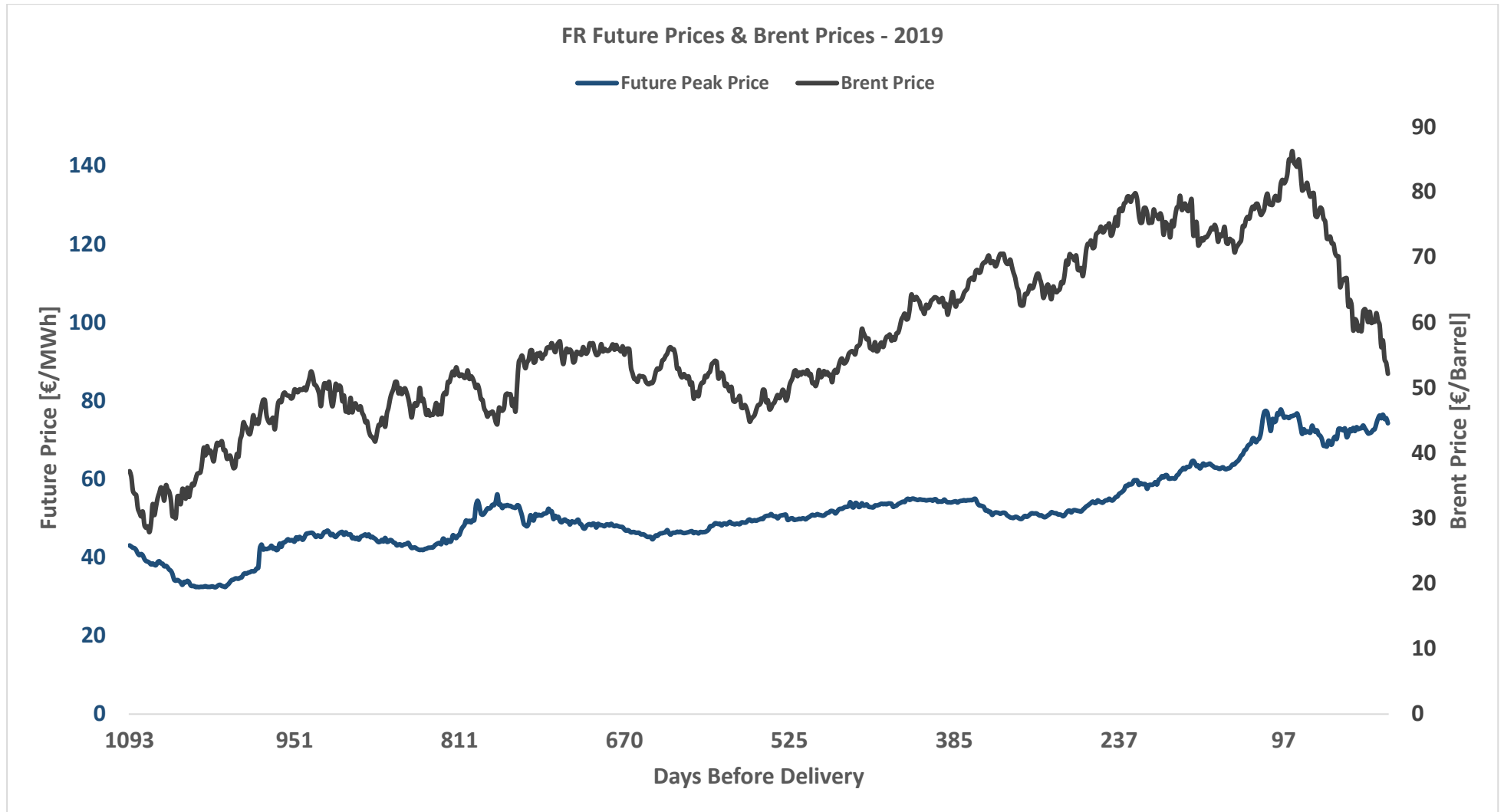
Σχήμα 5.28: Χρονολογική εξέλιξη ετήσιων τιμών ΣΜΕ αργού πετρελαίου και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας για το έτος 2018

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΤΩΝ ΣΜΕ



Σχήμα 5.29: Χρονολογική εξέλιξη ετήσιων τιμών ΣΜΕ αργού πετρελαίου και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας για το έτος 2019

## ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΤΩΝ ΣΜΕ



Σχήμα 5.30: Χρονολογική εξέλιξη ετήσιων τιμών ΣΜΕ αργού πετρελαίου και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας για το έτος 2019



### 5.1.2. Κόστος άνθρακα

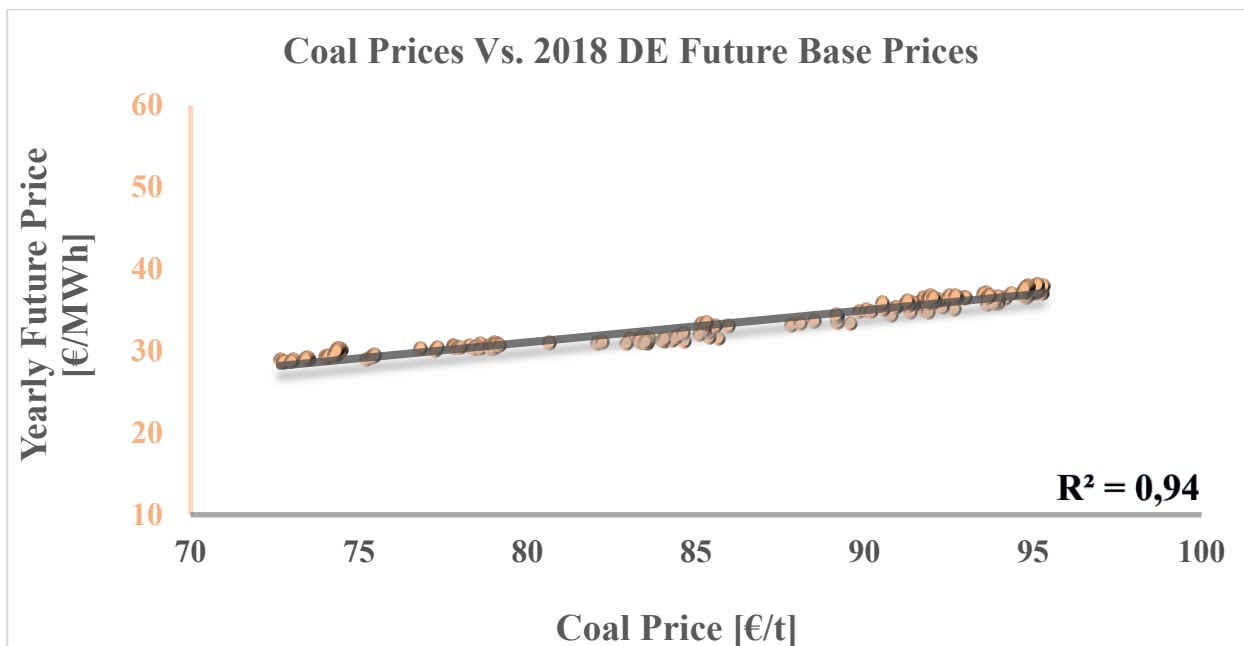
Η επίδραση του άνθρακα στις τιμές των ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για πολλά χρόνια ήταν η πιο σημαντική. Με τις μειωμένες τιμές εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα οι μονάδες παραγωγής με καύσιμο τον άνθρακα<sup>1</sup> υπήρξαν μια από τις πιο φτηνές μονάδες παραγωγής και, όπως είναι λογικό, είχαν κυρίαρχο ρόλο στην διαμόρφωση των τιμών. Όπως εύκολα διακρίνεται από τα αποτελέσματα, μέχρι το έτος 2017 αλλά και το έτος 2018 οι τιμές των ΣΜΕ ήταν άρρηκτα συνδεδεμένες με αυτές του άνθρακα.

Πίνακας 5.2: Συσχετισμός μεταξύ ετήσιων ΣΜΕ άνθρακα και ετήσιων ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τις χώρες της Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR) για τα έτη 2017-2019 με χρόνο αναφοράς: το μήνα της παράδοσης και, το έτος φυσικής παράδοσης ή οικονομικής εκκαθάρισης

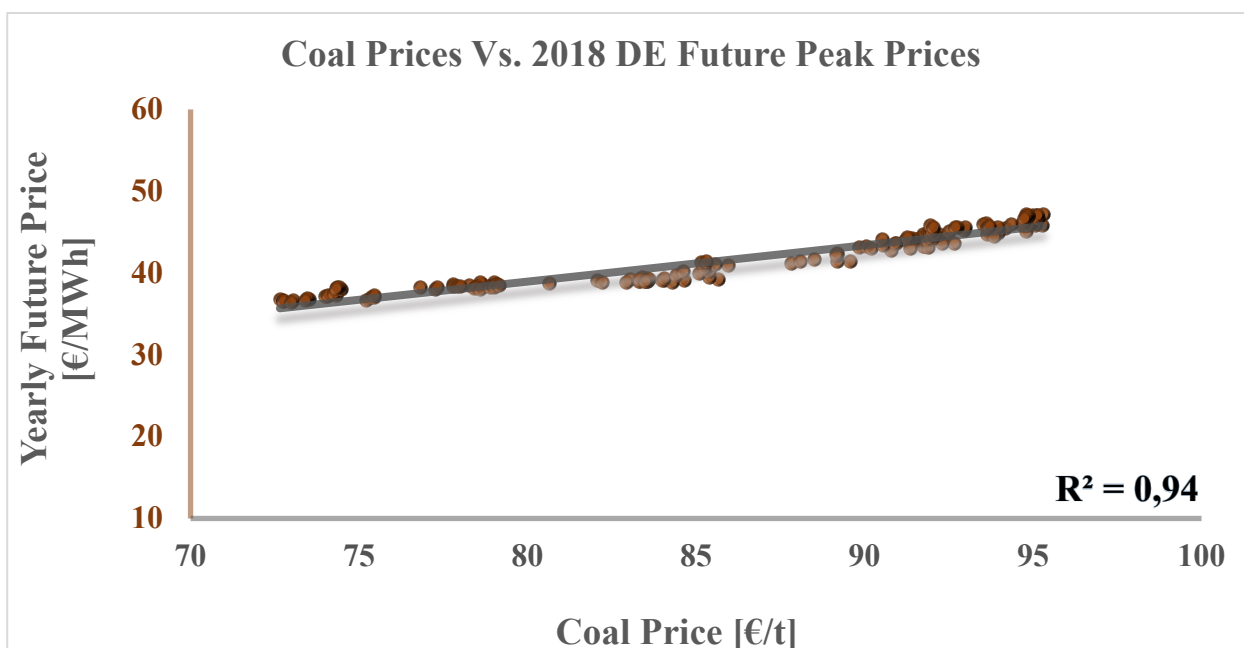
Στην πρώτη στήλη διακρίνεται η κατηγοριοποίηση με βάση το χρόνο αναφοράς, στη δεύτερη ο τύπος του συμβολαίου, στην τρίτη η χώρα αναφοράς, στην τέταρτη το μέγεθος του δείγματος, στην πέμπτη η μέση τιμή των ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας σε €/MWh, ενώ στη συνέχεια, η παράμετρος  $R^2$  και  $r$  καθώς επίσης και η μέση τιμή των ΣΜΕ του άνθρακα σε €/t.

Future & Coal Price Pearson correlation coefficient							
Future	Type	Country	Sample	Mean	R-Square	r	Coal Mean
Y-1	Base	DE	424	39,62	0,45	0,67	89,75
Y-2	Base	DE	176	31,26	0,88	0,94	86,26
2018	Base	DE	174	33,46	0,94	0,97	86,16
2019	Base	DE	426	38,69	0,44	0,66	89,77
Y-1	Peak	DE	424	48,96	0,46	0,68	89,75
Y-2	Peak	DE	175	39,56	0,85	0,92	86,26
2018	Peak	DE	174	41,65	0,92	0,96	86,16
2019	Peak	DE	426	48,05	0,45	0,67	89,77
Y-1	Base	FR	760	40,15	0,66	0,81	78,54
Y-2	Base	FR	512	34,38	0,85	0,92	71,88
Y-3	Base	FR	257	31,74	0,68	0,82	59,50
2017	Base	FR	255	33,33	0,81	0,90	59,25
2018	Base	FR	510	34,85	0,84	0,92	71,79
2019	Base	FR	764	39,27	0,59	0,77	78,61
Y-1	Peak	FR	760	52,21	0,65	0,81	78,54
Y-2	Peak	FR	512	46,39	0,87	0,93	71,88
Y-3	Peak	FR	257	43,23	0,70	0,83	59,50
2017	Peak	FR	255	44,62	0,76	0,87	59,25
2018	Peak	FR	510	46,24	0,85	0,92	71,79
2019	Peak	FR	764	51,81	0,65	0,80	78,61

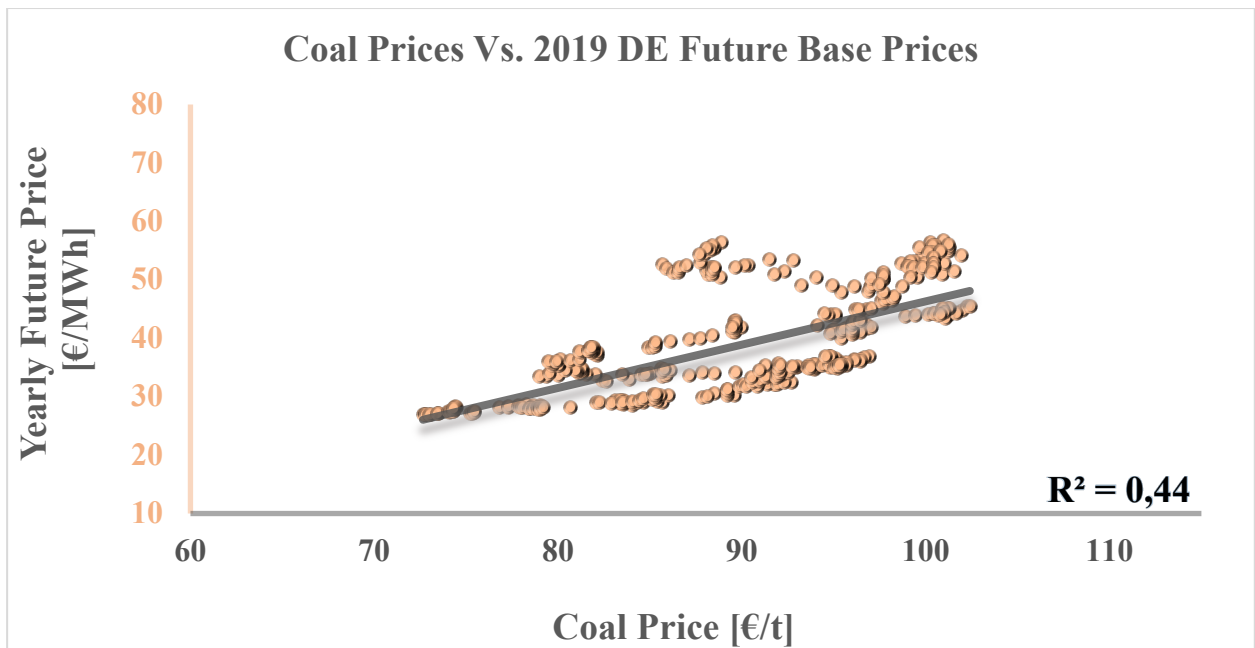
<sup>1</sup> Τονίζεται επίσης ότι οι τιμές ΣΜΕ του άνθρακα είναι σχεδόν αποσυνδεδεμένες από αυτές του πετρελαίου σε αντίθεση με αυτές του φυσικού αερίου - The impact of the oil Price on EU Energy prices, European Parliament



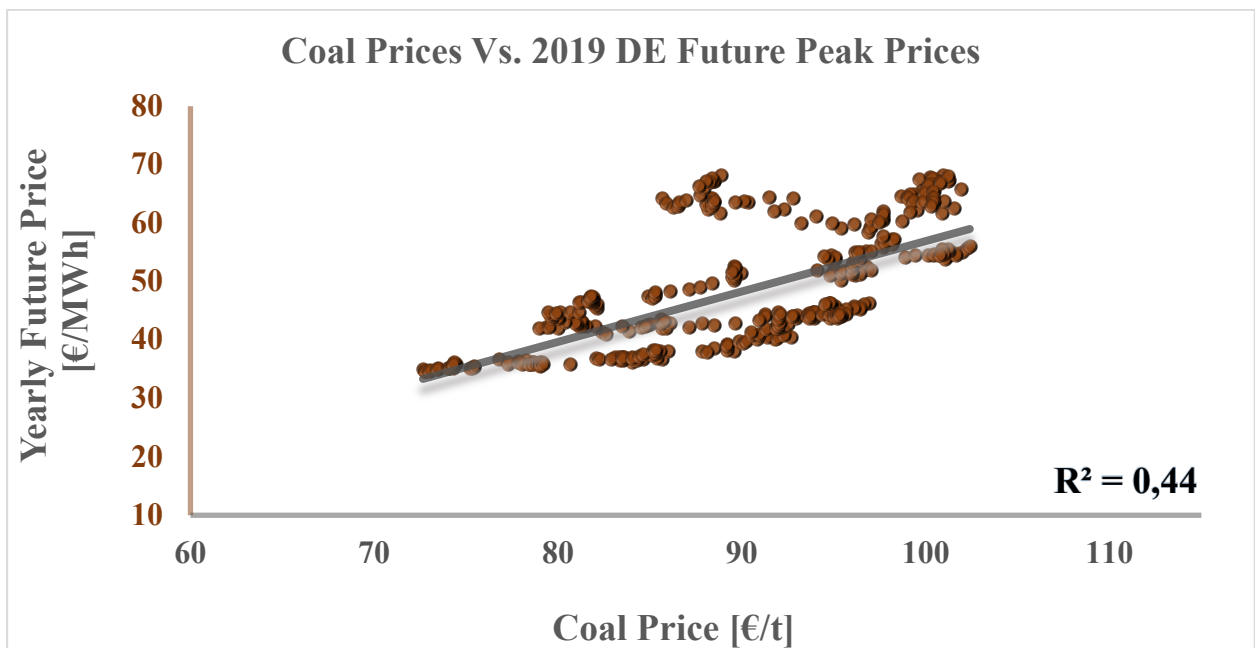
Σχήμα 5.31: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ άνθρακα και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γερμανίας το έτος 2018



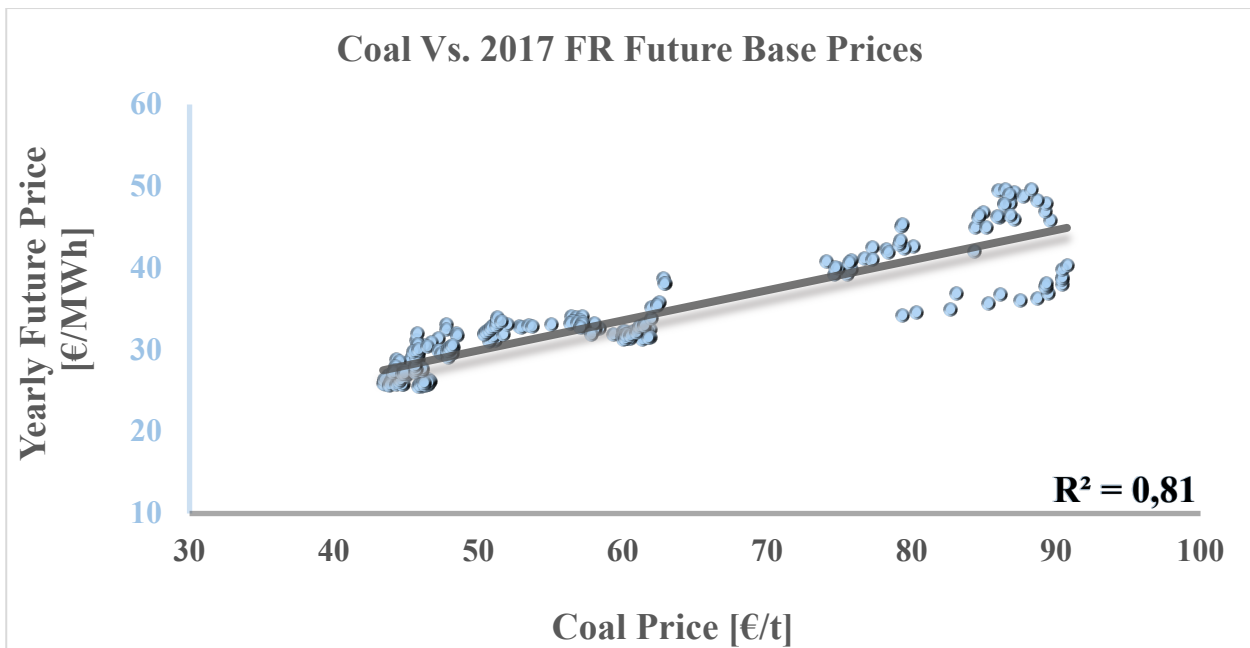
Σχήμα 5.32: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ άνθρακα και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γερμανίας το έτος 2018



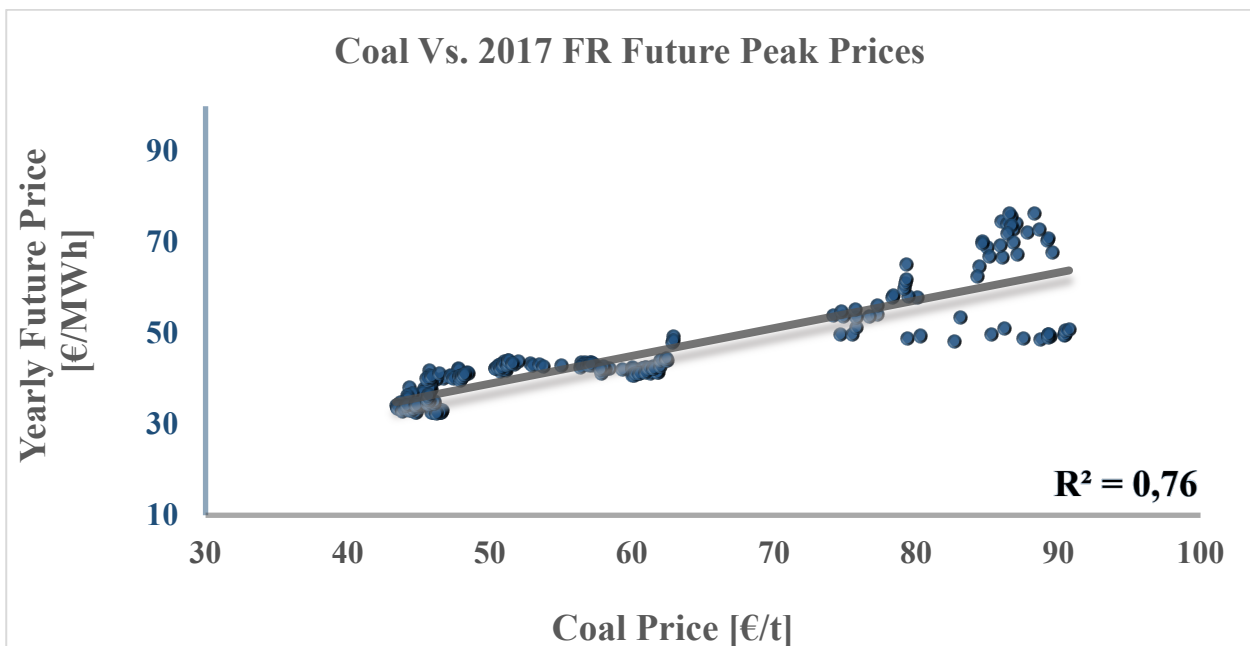
Σχήμα 5.33: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ άνθρακα και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γερμανίας το έτος 2019



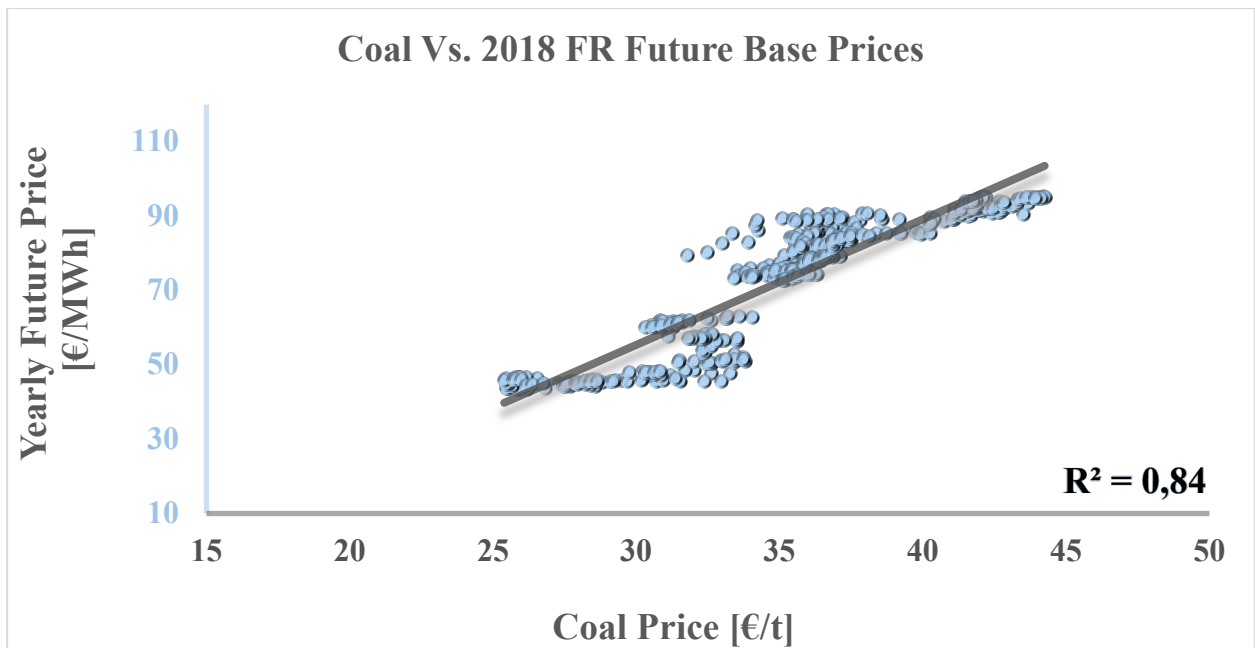
Σχήμα 5.34: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ άνθρακα και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γερμανίας το έτος 2019



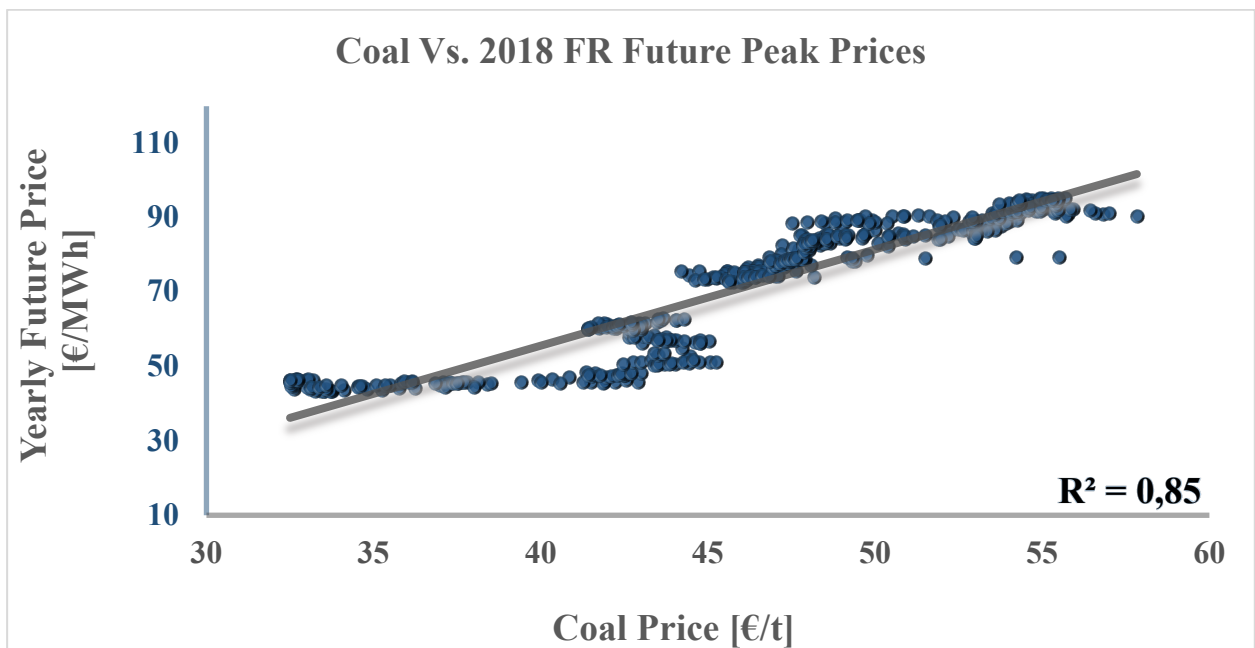
Σχήμα 5.35: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ άνθρακα και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας το έτος 2017



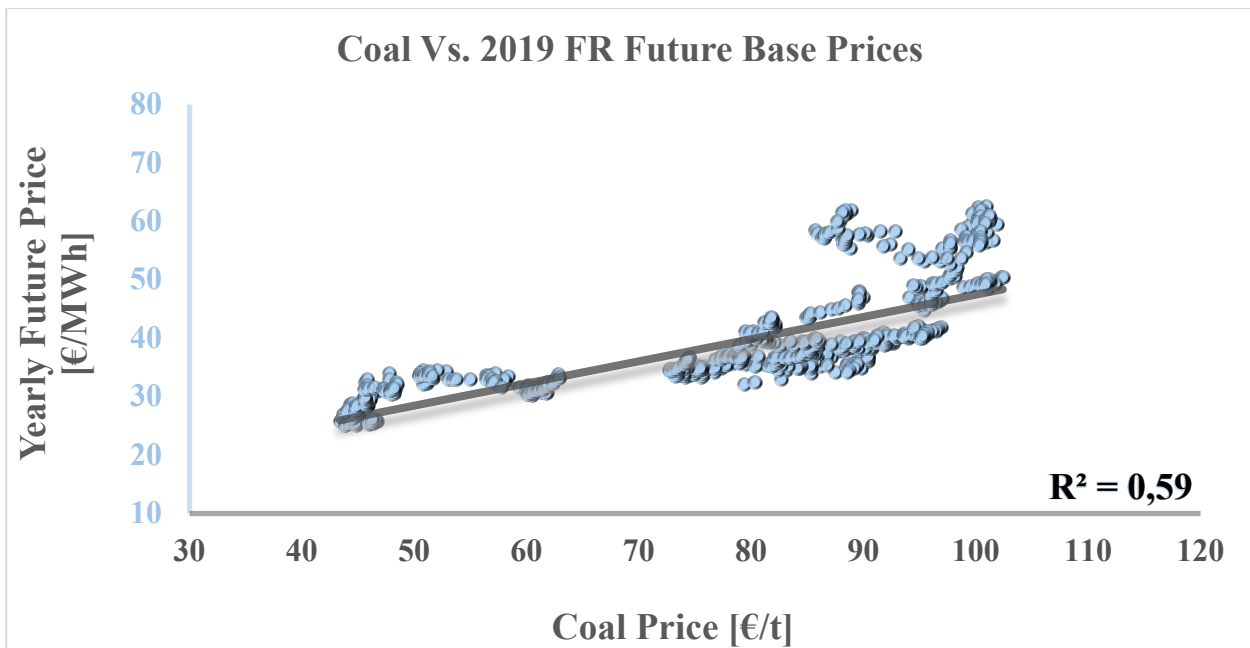
Σχήμα 5.36: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ άνθρακα και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας το έτος 2017



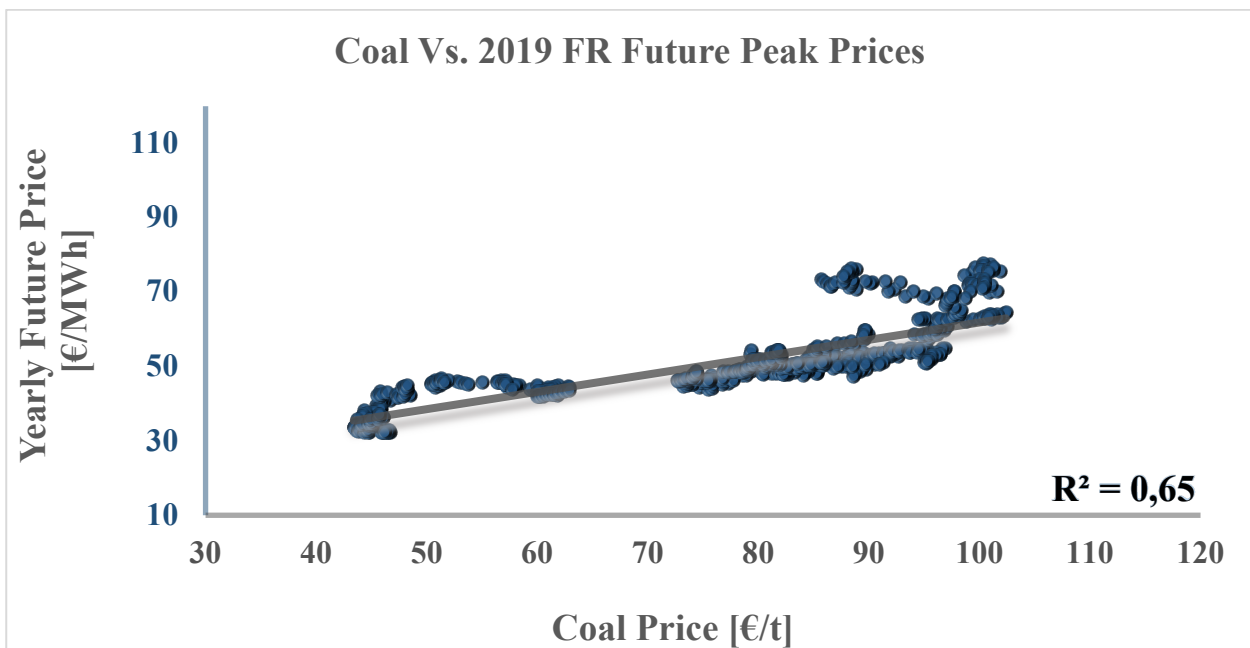
Σχήμα 5.37: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ άνθρακα και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας το έτος 2018



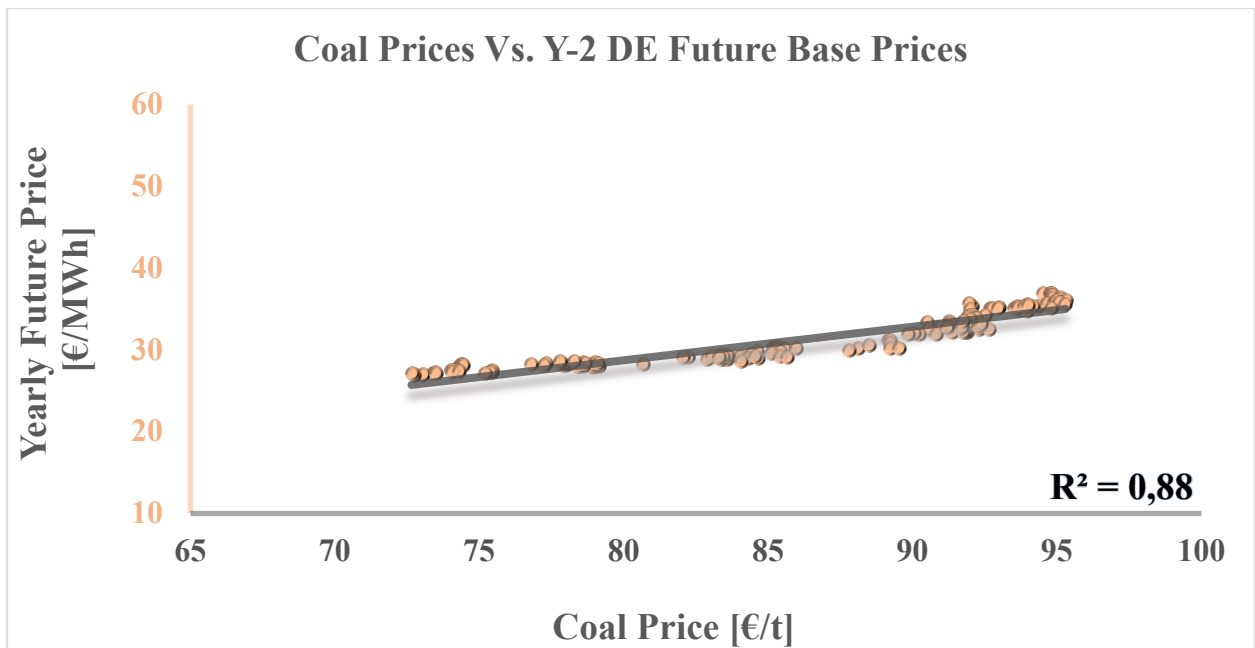
Σχήμα 5.38: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ άνθρακα και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας το έτος 2018



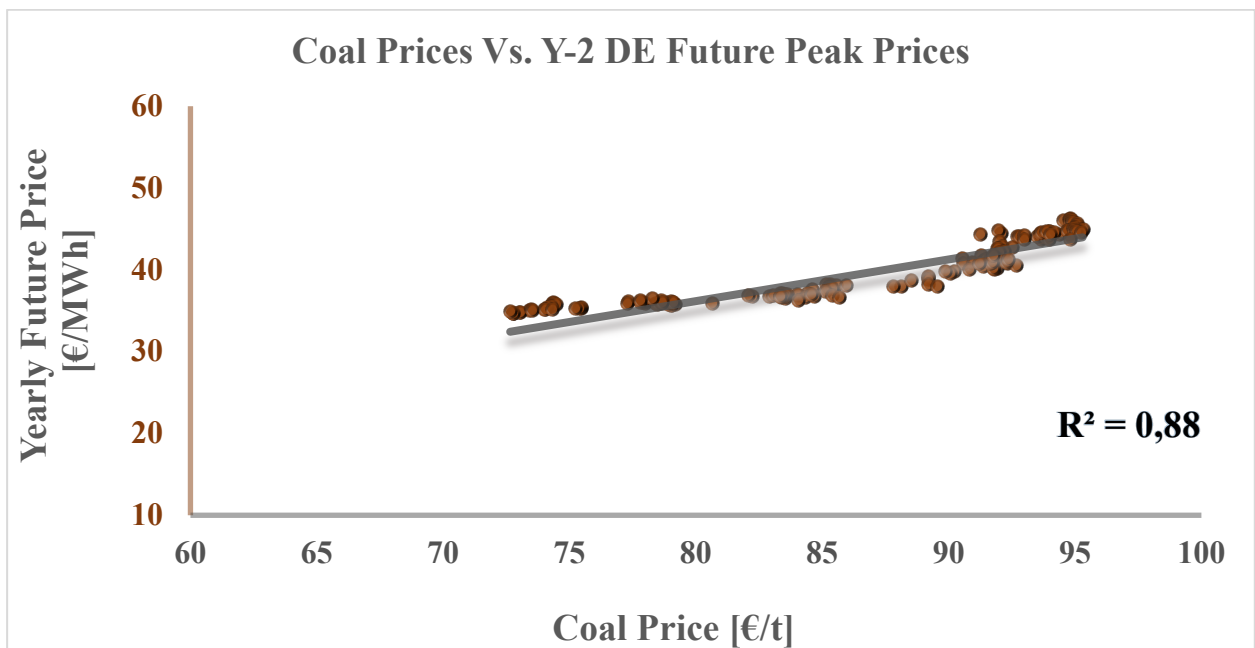
Σχήμα 5.39: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ άνθρακα και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας το έτος 2019



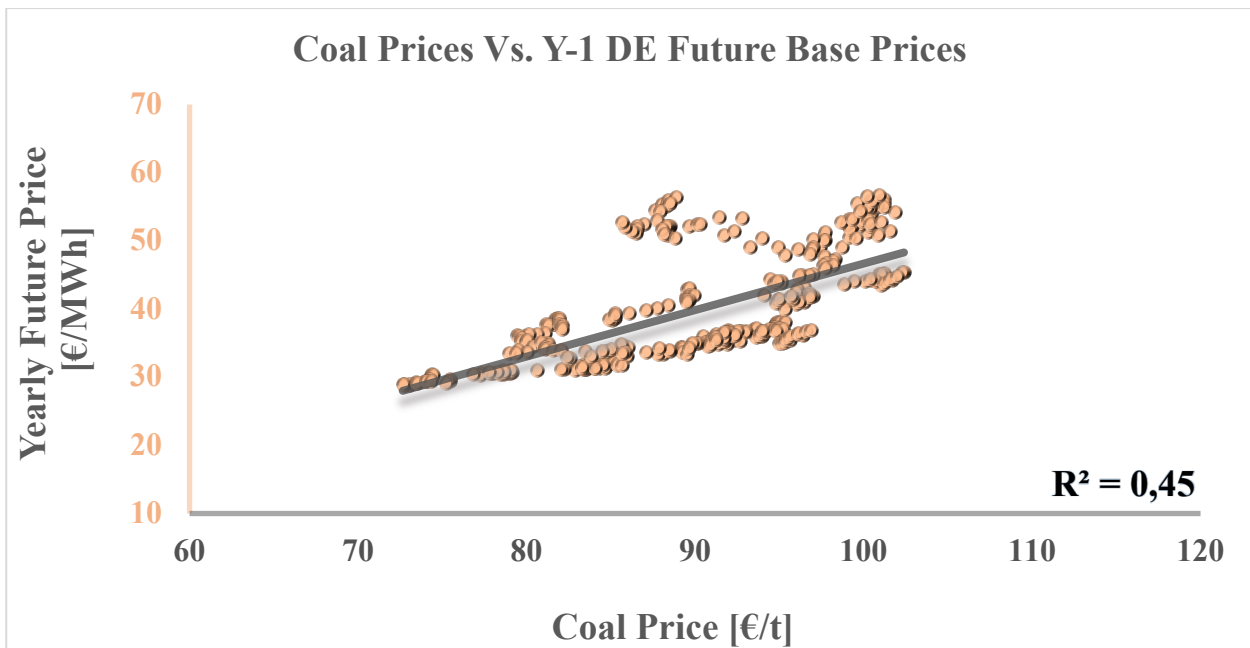
Σχήμα 5.40: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ άνθρακα και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας το έτος 2019



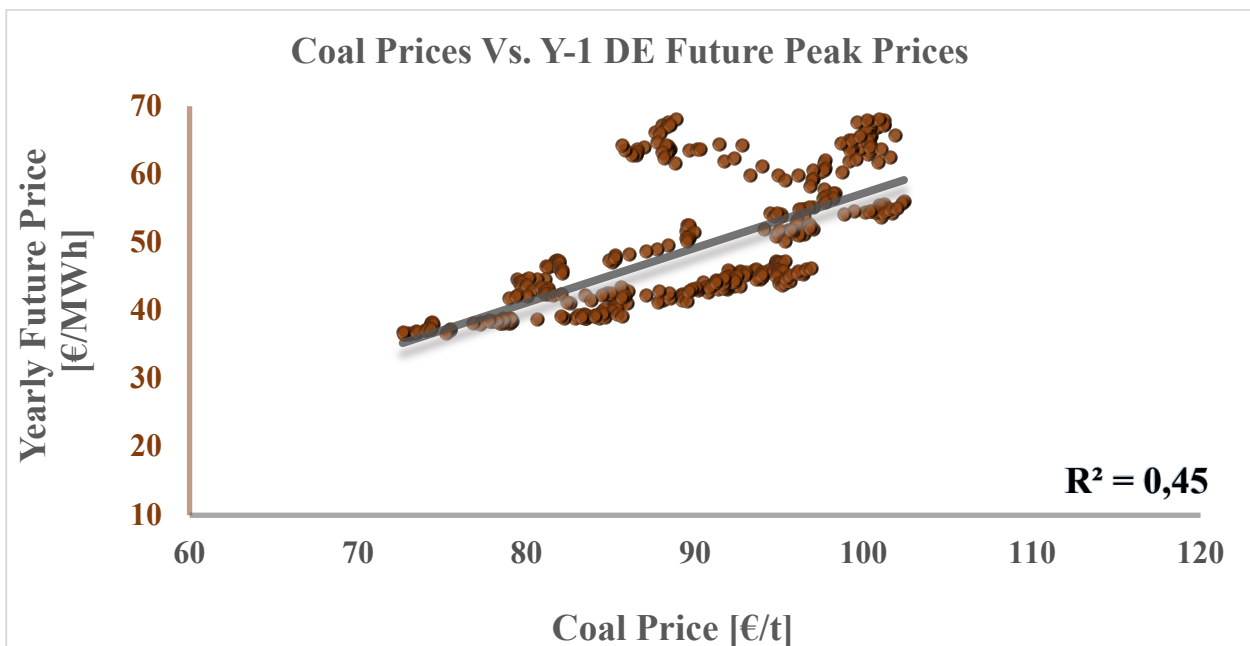
Σχήμα 5.41: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ άνθρακα και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γερμανίας σε χρόνο διαπραγμαύτωσης δύο χρόνια πριν την φυσική παράδοση



Σχήμα 5.42: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ άνθρακα και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γερμανίας σε χρόνο διαπραγμαύτωσης δύο χρόνια πριν την φυσική παράδοση

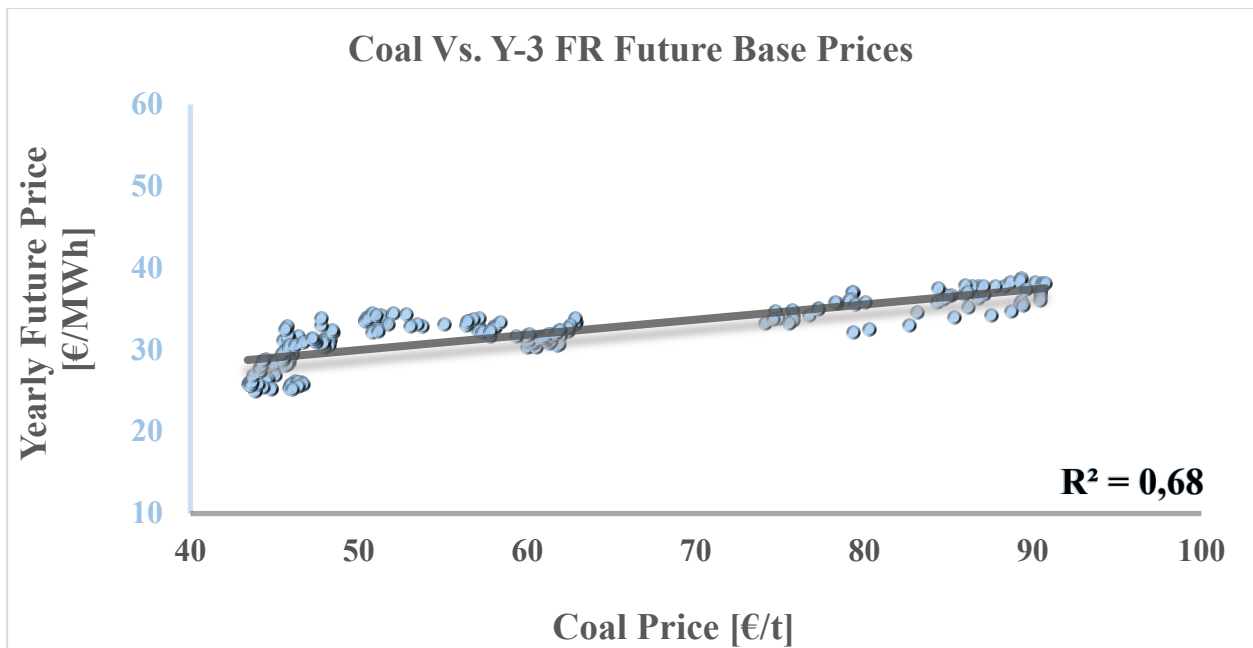


Σχήμα 5.43: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ άνθρακα και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γερμανίας σε χρόνο διαπραγμαύτεσης ένα χρόνο πριν την φυσική παράδοση

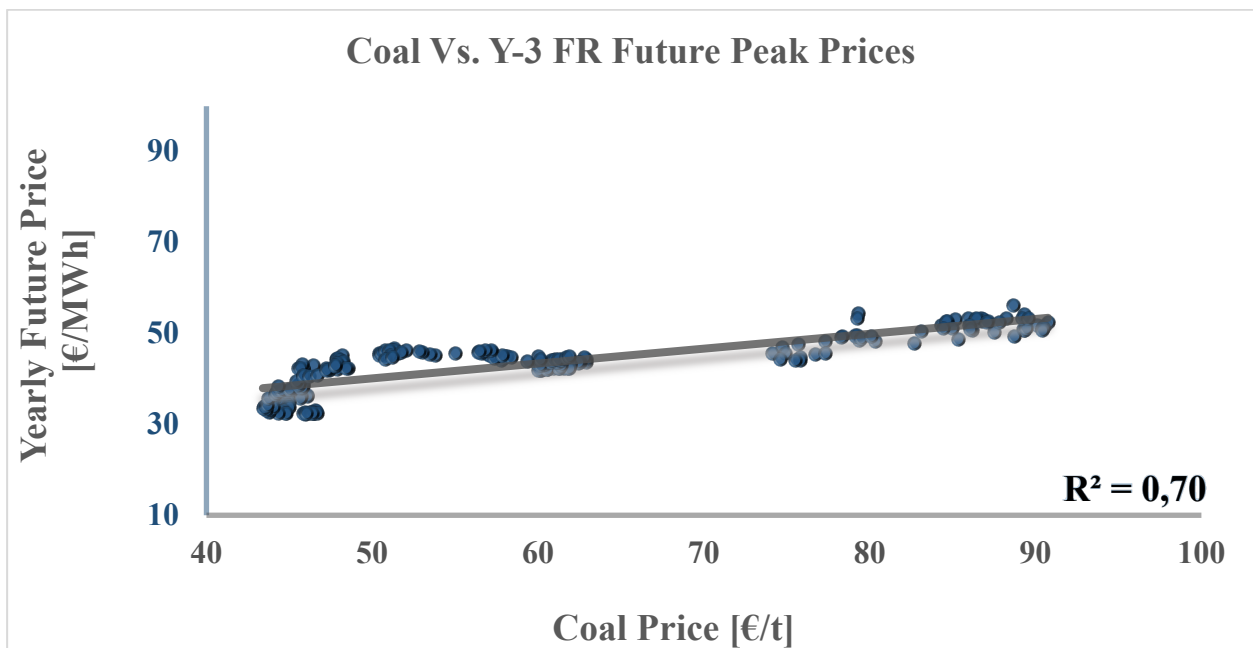


Σχήμα 5.44: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ άνθρακα και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γερμανίας σε χρόνο διαπραγμαύτεσης ένα χρόνο πριν την φυσική παράδοση

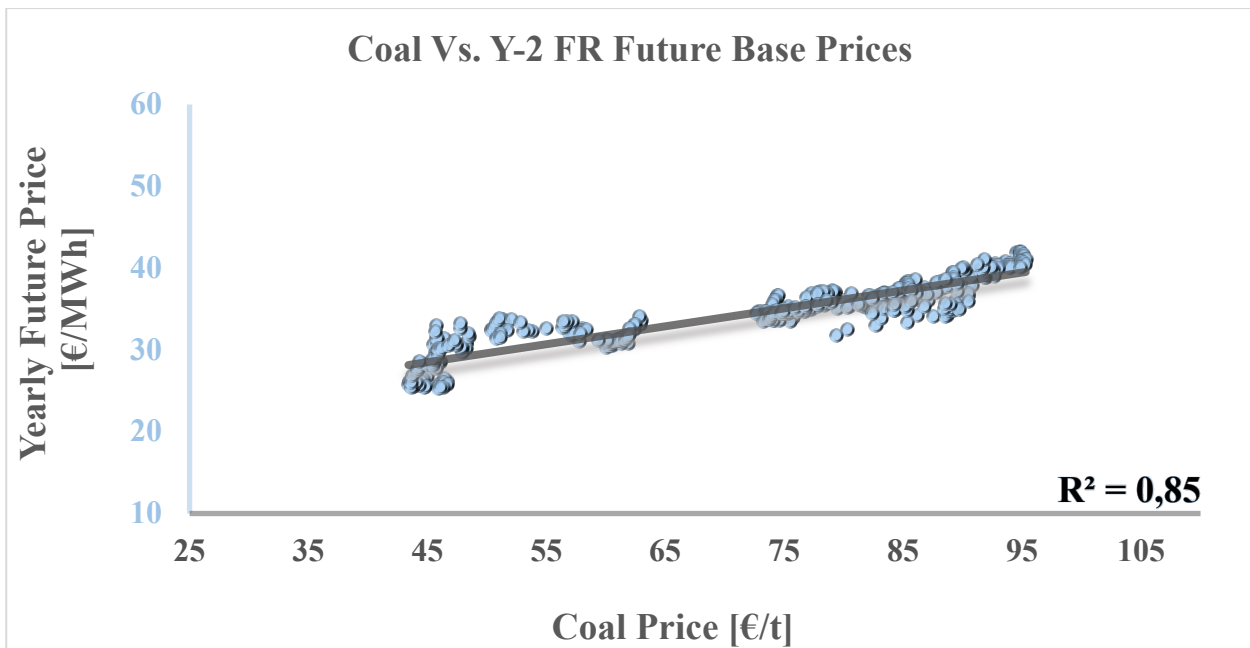




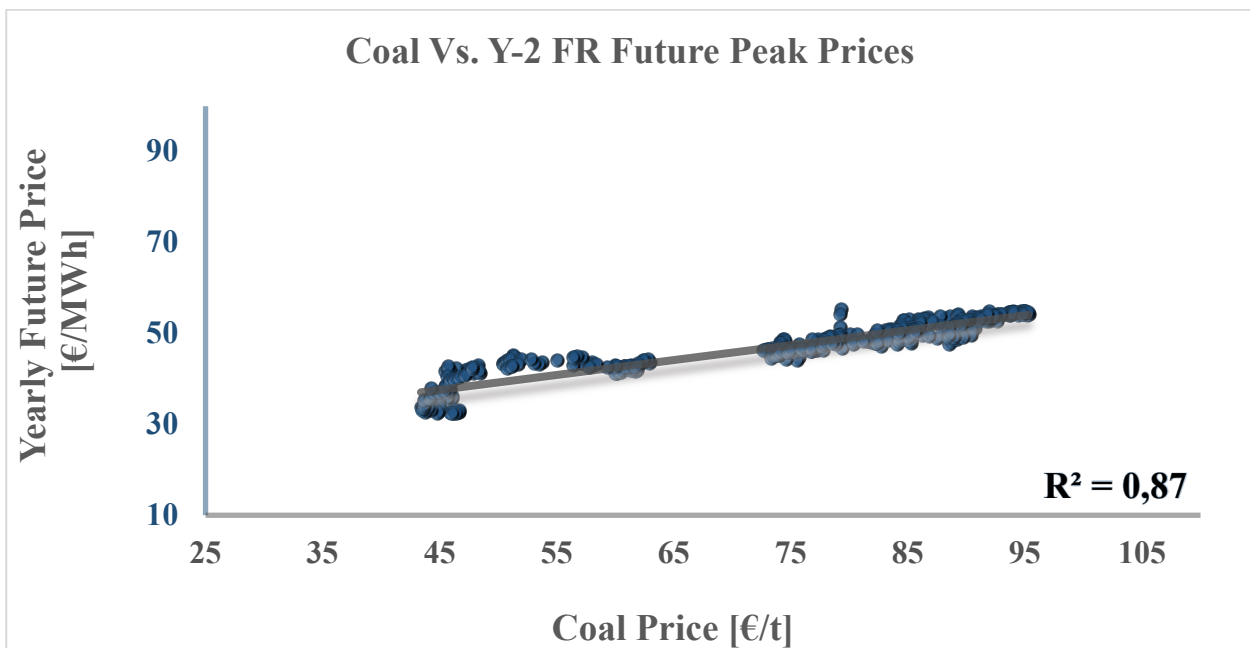
Σχήμα 5.45: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ άνθρακα και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας σε χρόνο διαπραγμαύτωσης τρία χρόνια πριν την φυσική παράδοση



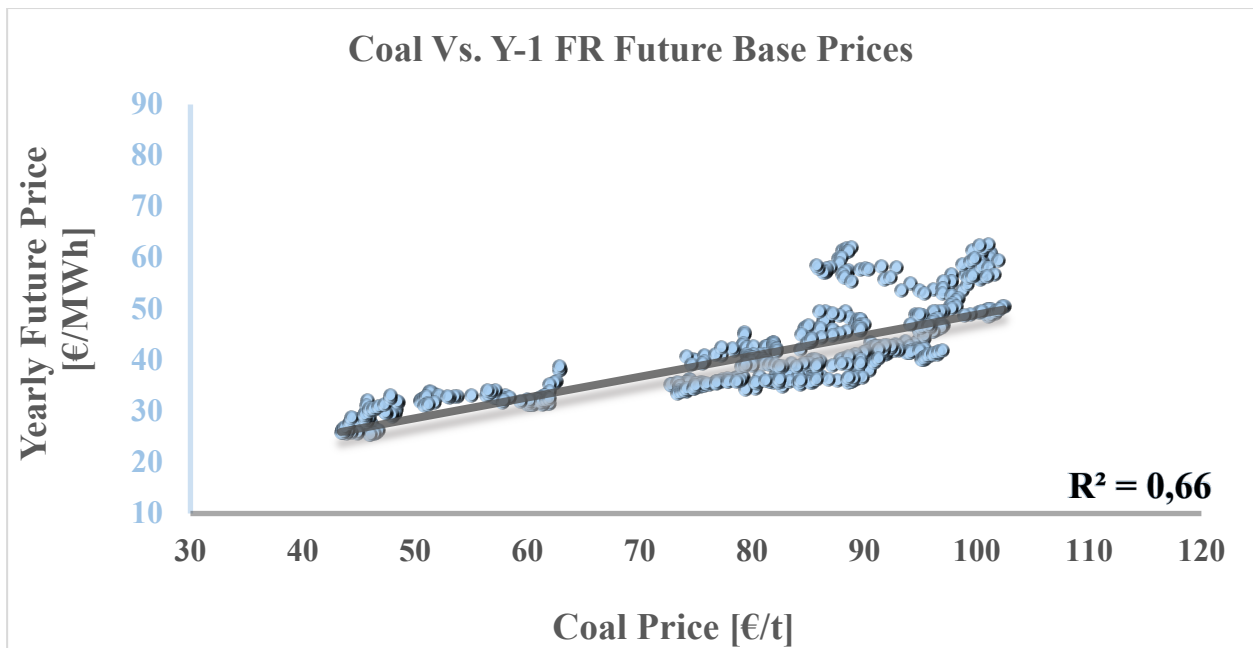
Σχήμα 5.46: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ άνθρακα και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας σε χρόνο διαπραγμαύτωσης τρία χρόνια πριν την φυσική παράδοση



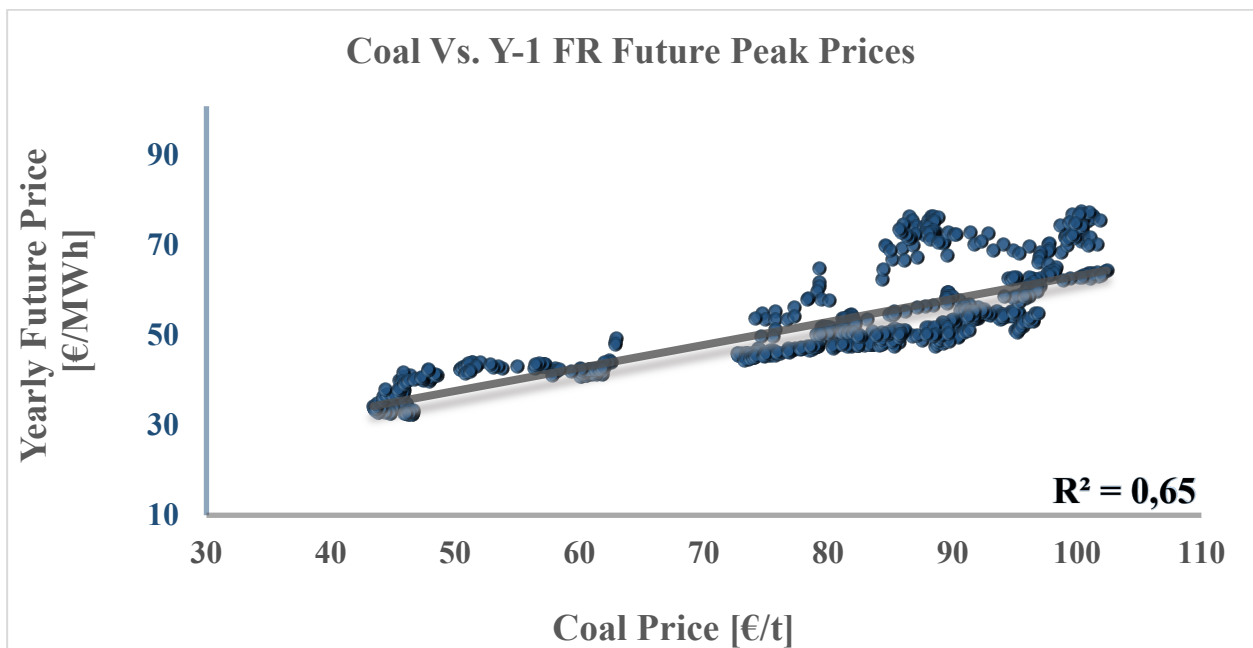
Σχήμα 5.47: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ άνθρακα και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας σε χρόνο διαπραγμαύτεσης δύο χρόνια πριν την φυσική παράδοση



Σχήμα 5.48: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ άνθρακα και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας σε χρόνο διαπραγμαύτεσης δύο χρόνια πριν την φυσική παράδοση

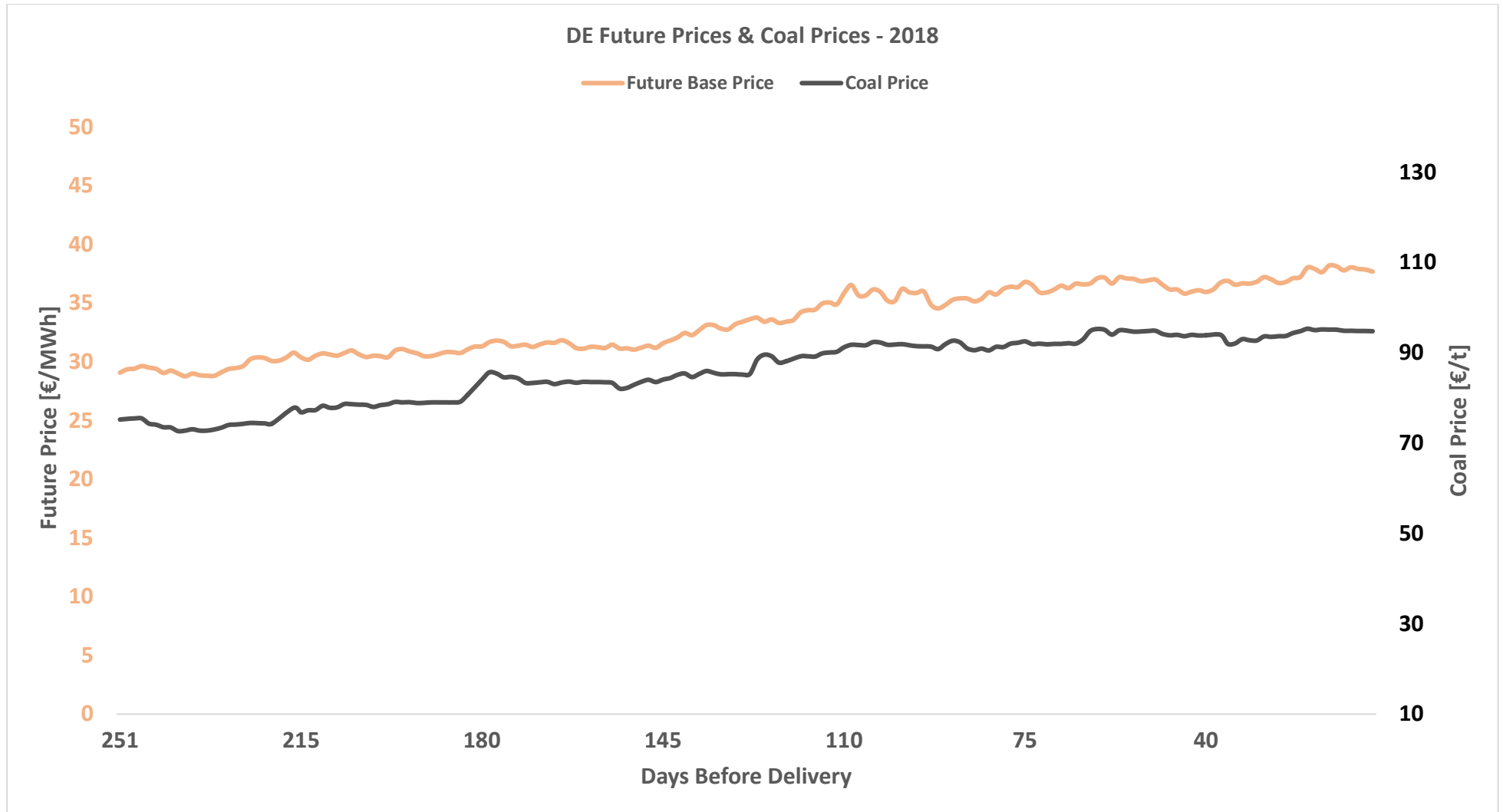


Σχήμα 5.49: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ άνθρακα και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας σε χρόνο διαπραγμαύτωσης ένα χρόνο πριν την φυσική παράδοση



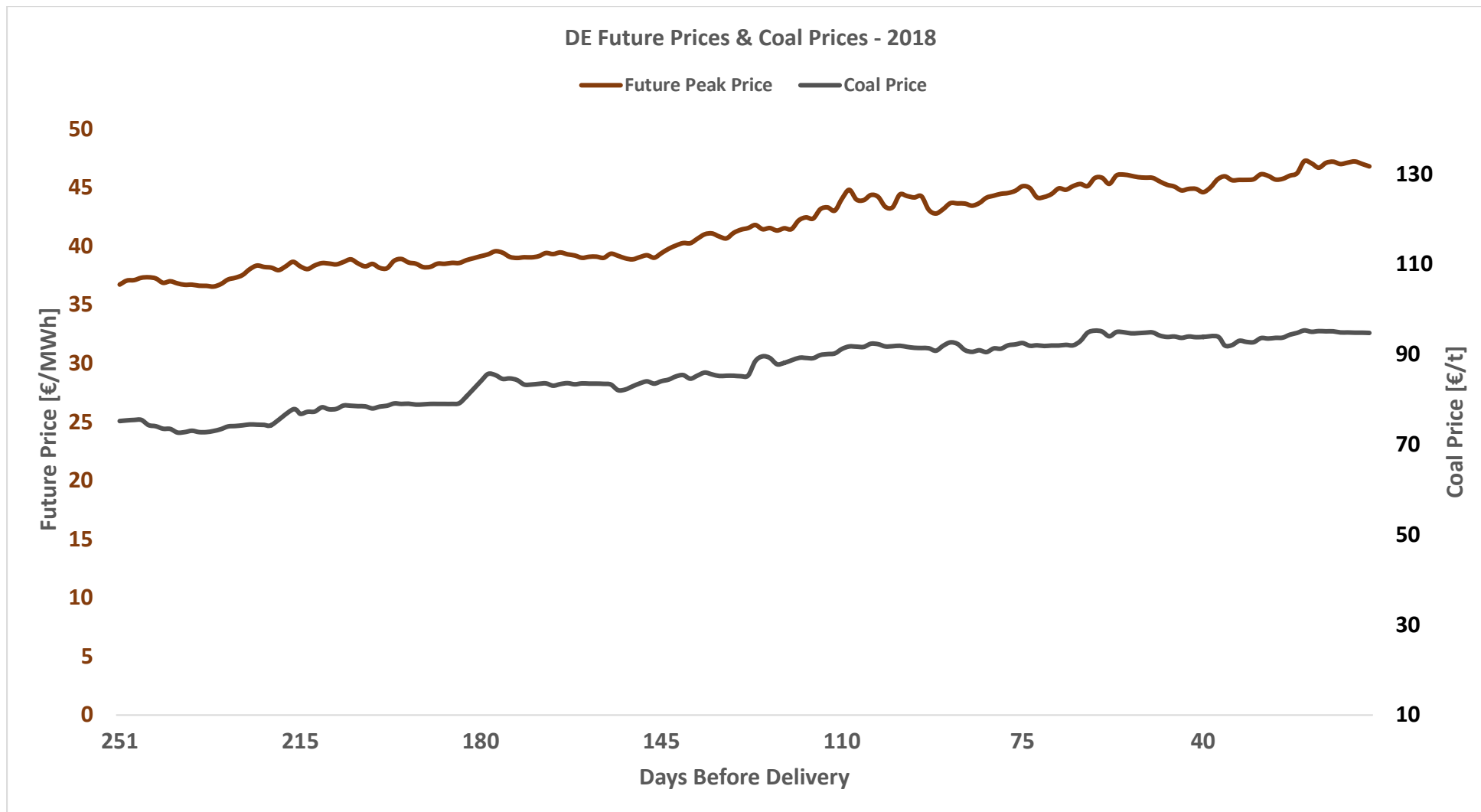
Σχήμα 5.50: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ άνθρακα και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας σε χρόνο διαπραγμαύτωσης ένα χρόνο πριν την φυσική παράδοση

## ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΤΩΝ ΣΜΕ



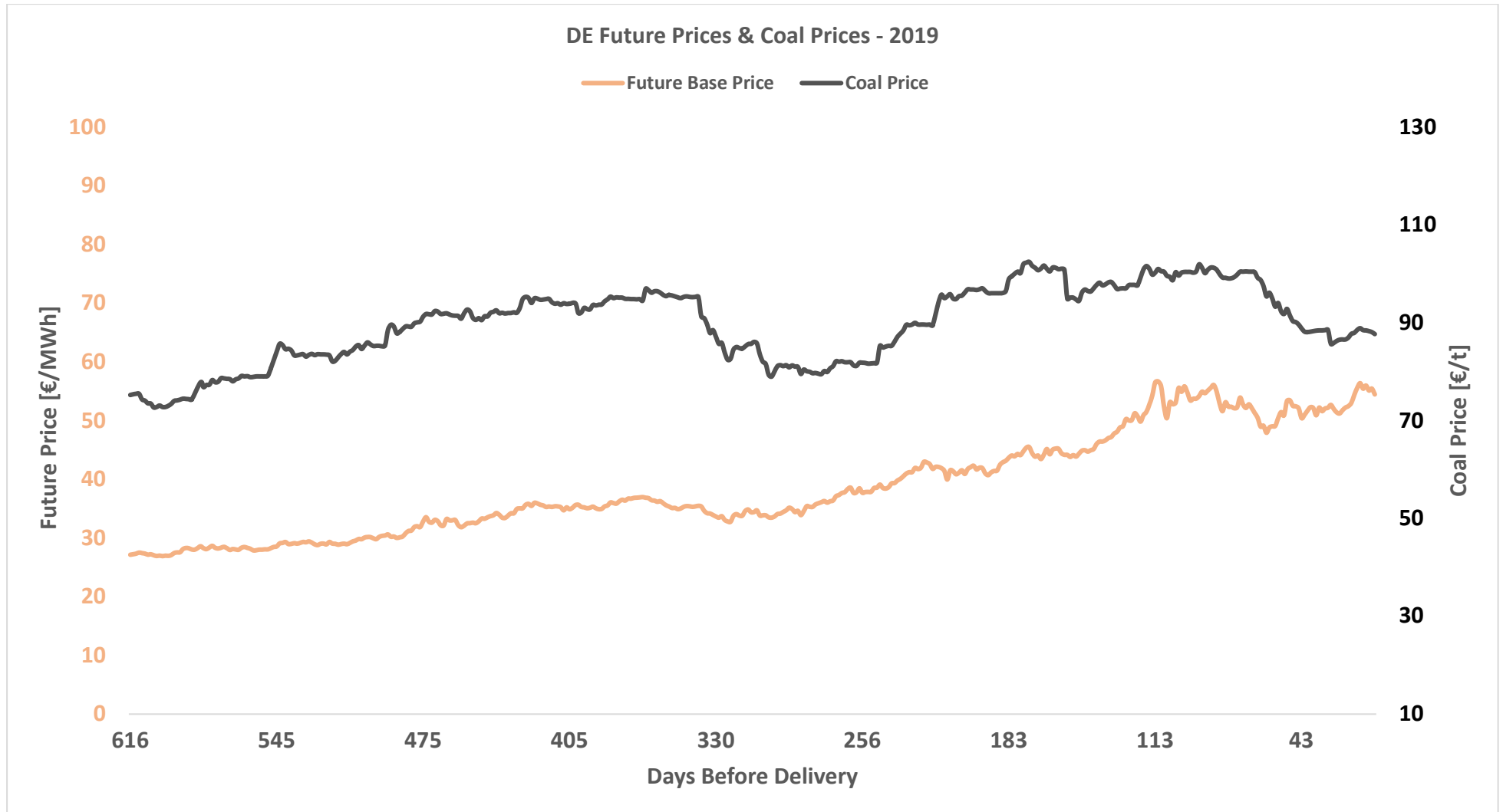
Σχήμα 5.51: Χρονολογική εξέλιξη ετήσιων τιμών ΣΜΕ άνθρακα και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γερμανίας για το έτος 2018

## ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΤΩΝ ΣΜΕ



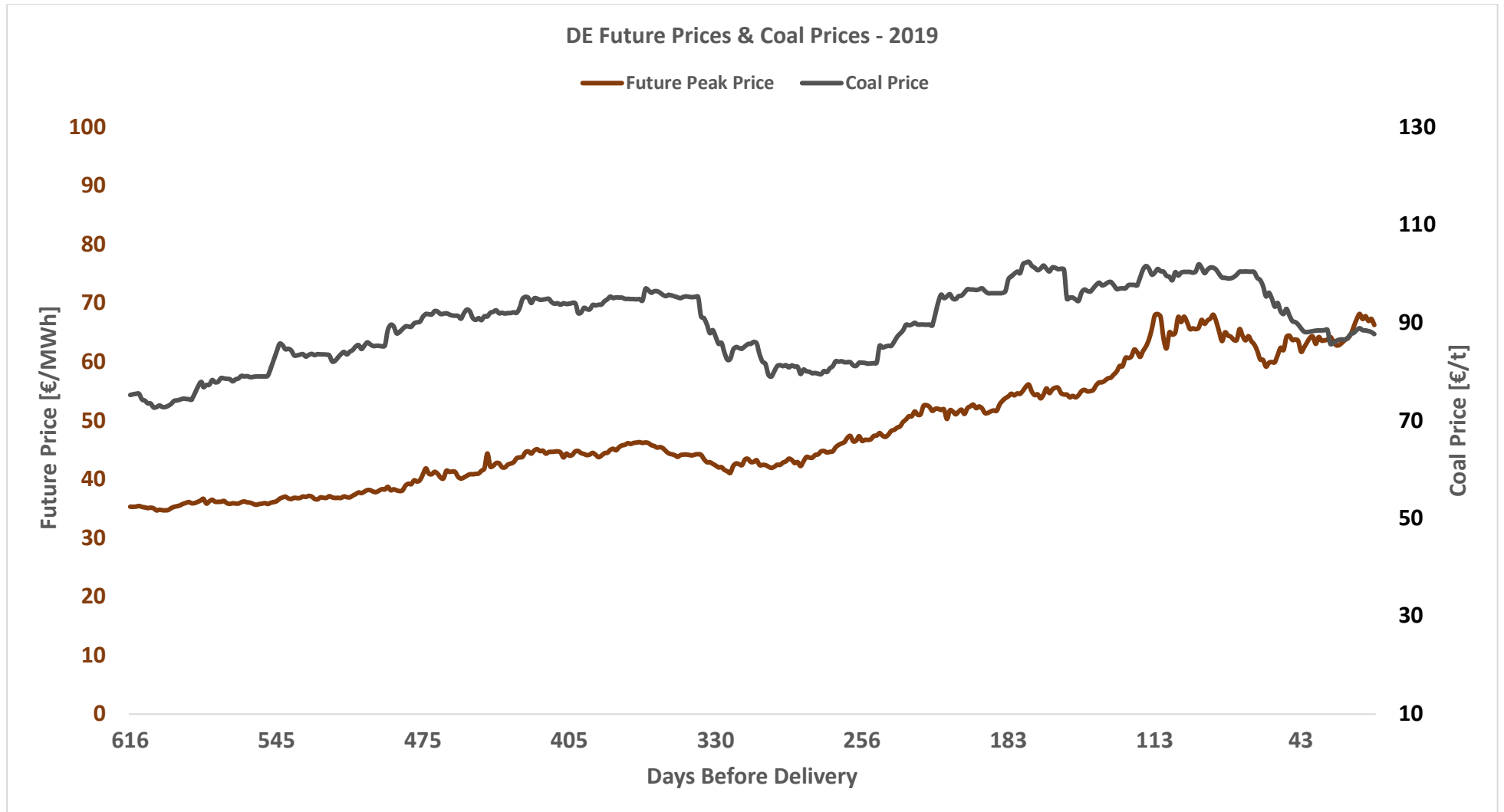
Σχήμα 5.52: Χρονολογική εξέλιξη ετήσιων τιμών ΣΜΕ άνθρακα και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γερμανίας για το έτος 2018

## ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΤΩΝ ΣΜΕ



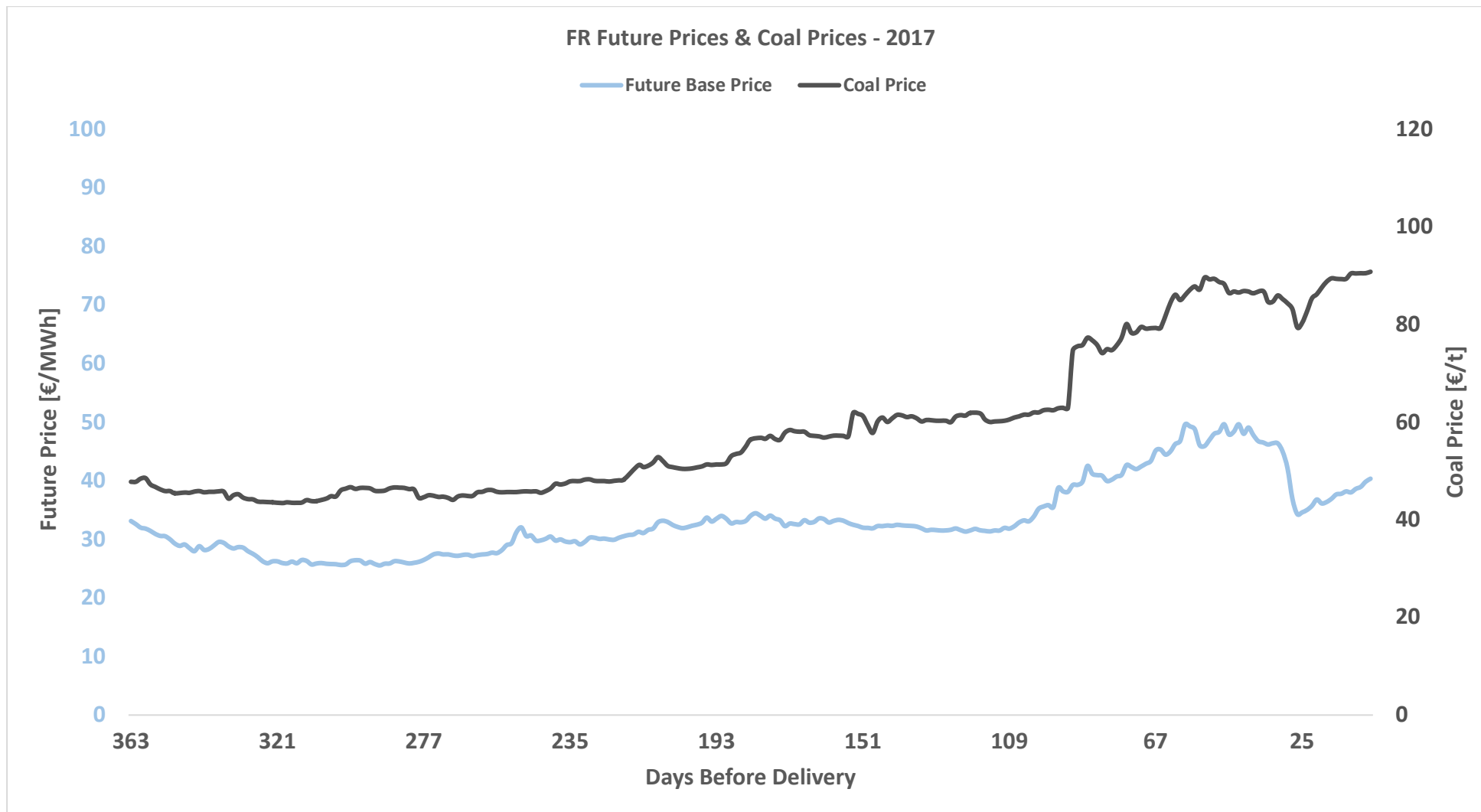
Σχήμα 5.53: Χρονολογική εξέλιξη ετήσιων τιμών ΣΜΕ άνθρακα και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γερμανίας για το έτος 2019

## ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΤΩΝ ΣΜΕ



Σχήμα 5.54: Χρονολογική εξέλιξη ετήσιων τιμών ΣΜΕ άνθρακα και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γερμανίας για το έτος 2019

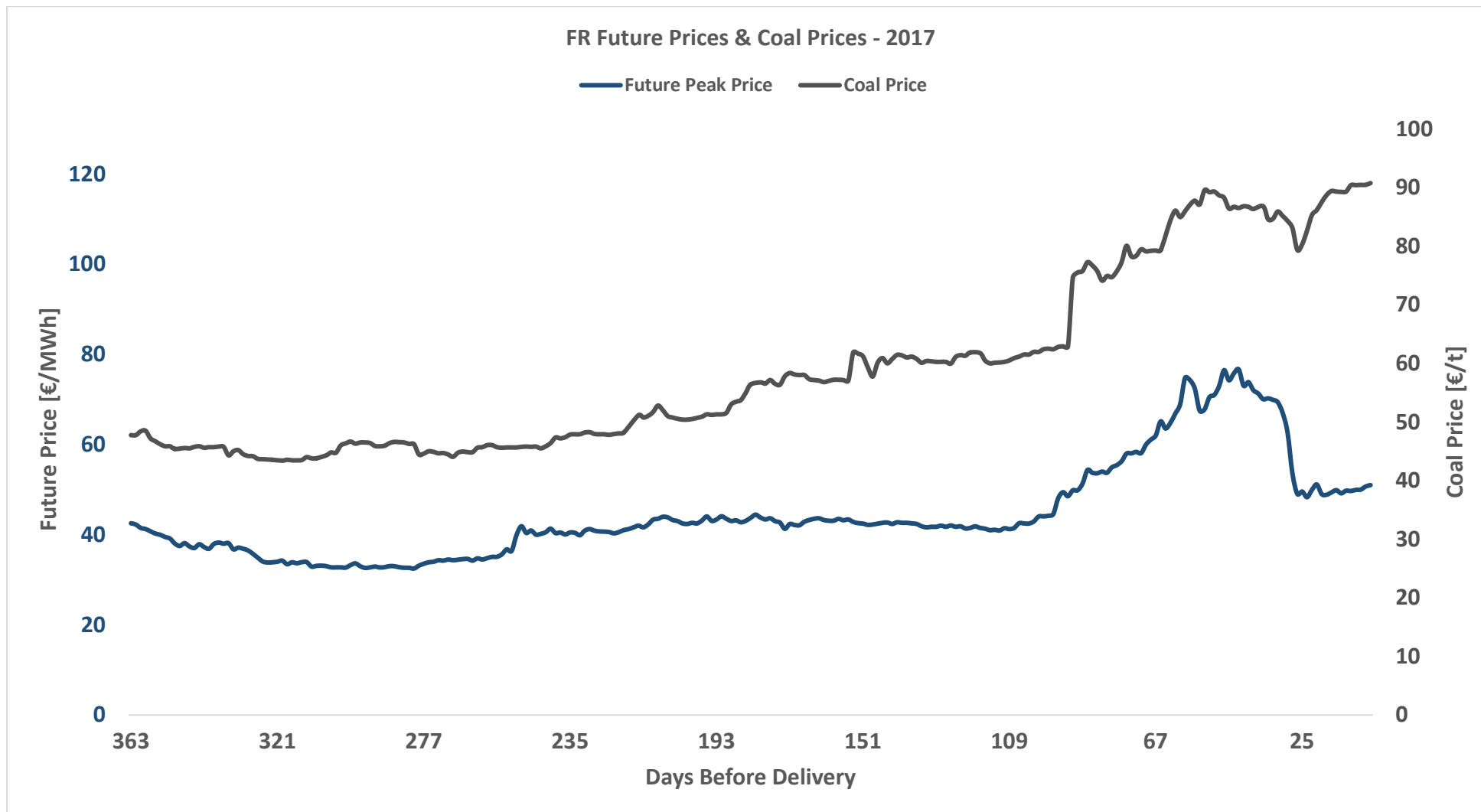
## ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΤΩΝ ΣΜΕ



Σχήμα 5.55: Χρονολογική εξέλιξη ετήσιων τιμών ΣΜΕ άνθρακα και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας για το έτος 2017

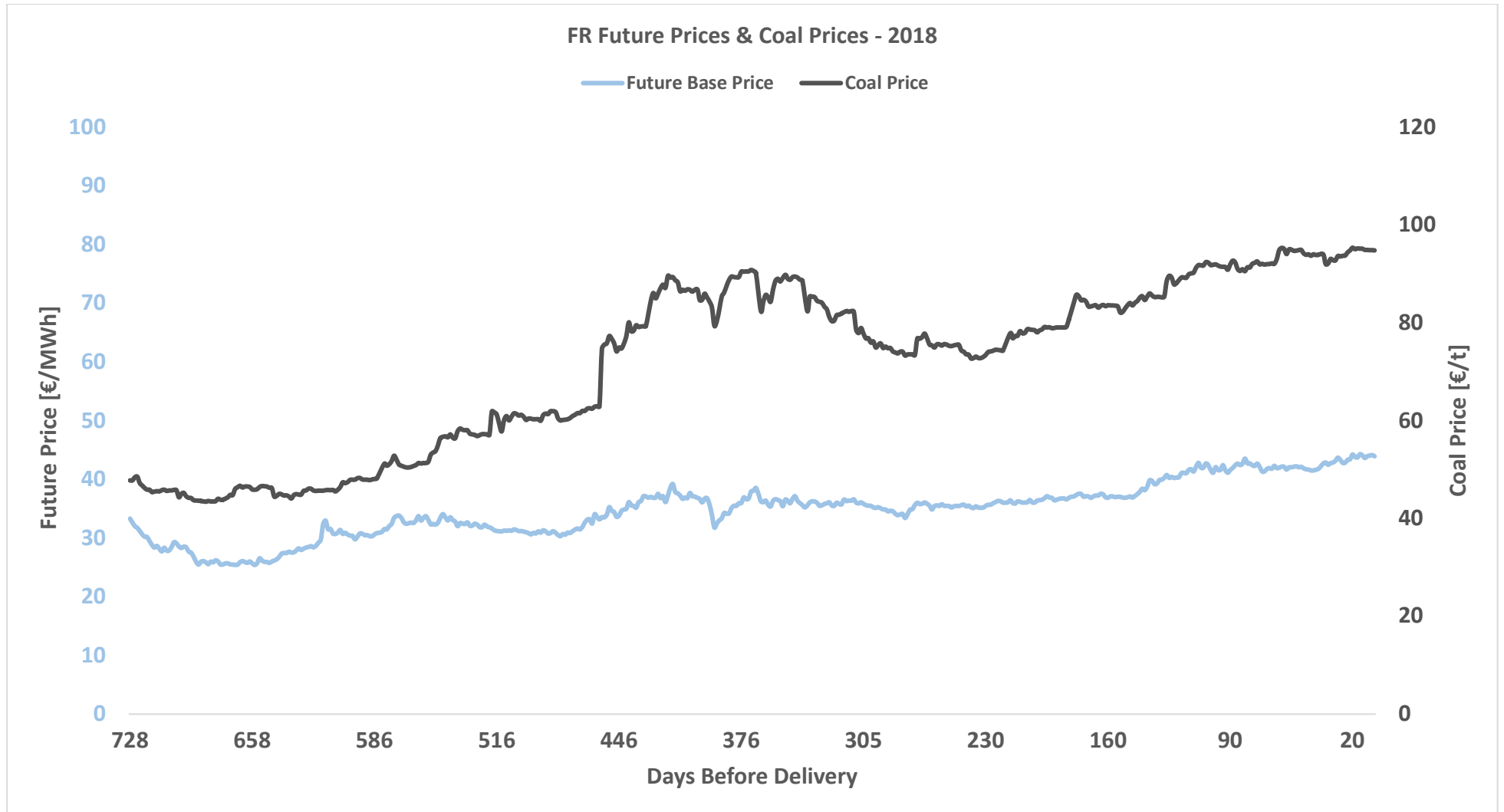


## ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΤΩΝ ΣΜΕ



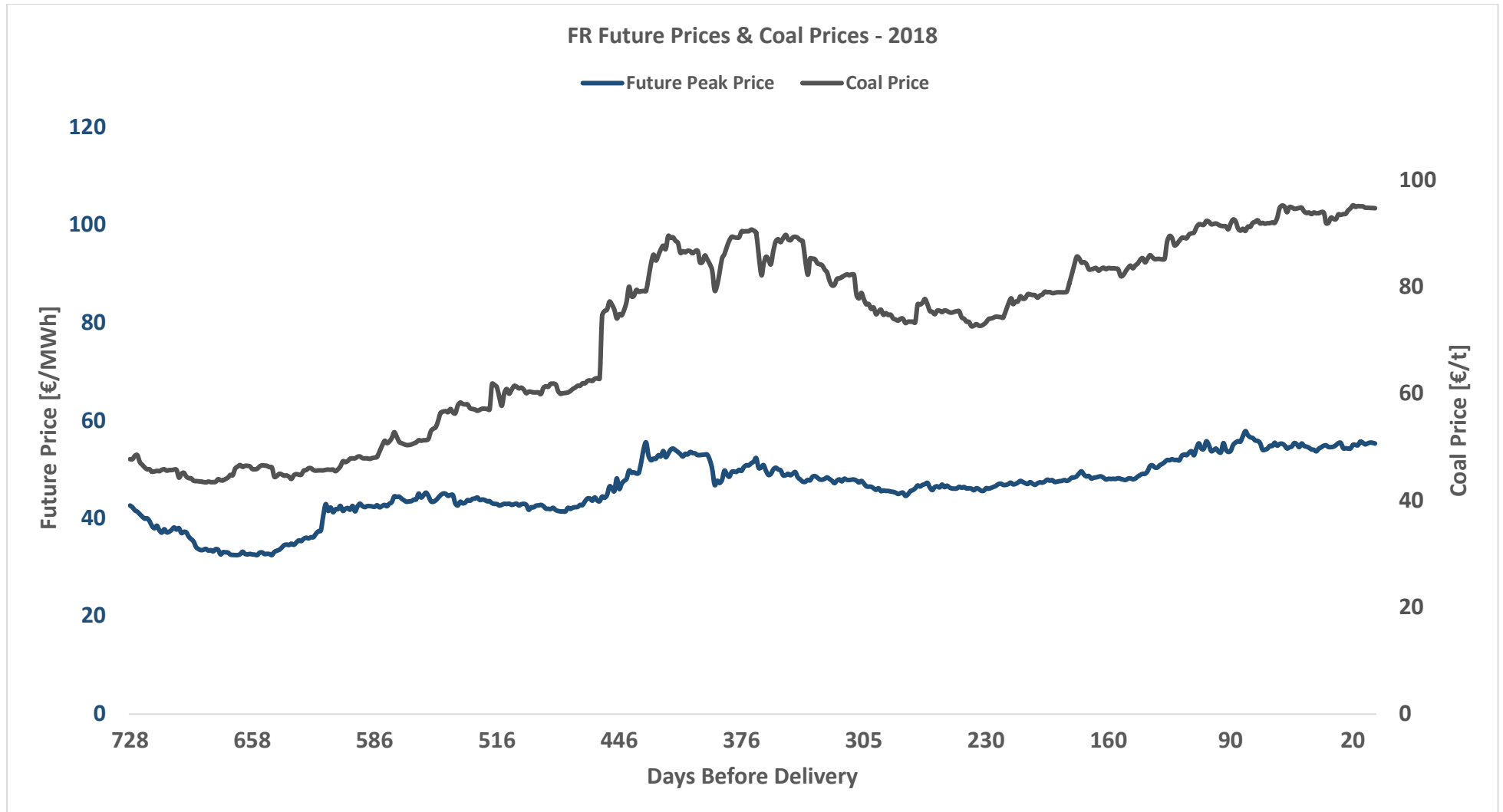
Σχήμα 5.56: Χρονολογική εξέλιξη ετήσιων τιμών ΣΜΕ άνθρακα και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας για το έτος 2017

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΤΩΝ ΣΜΕ



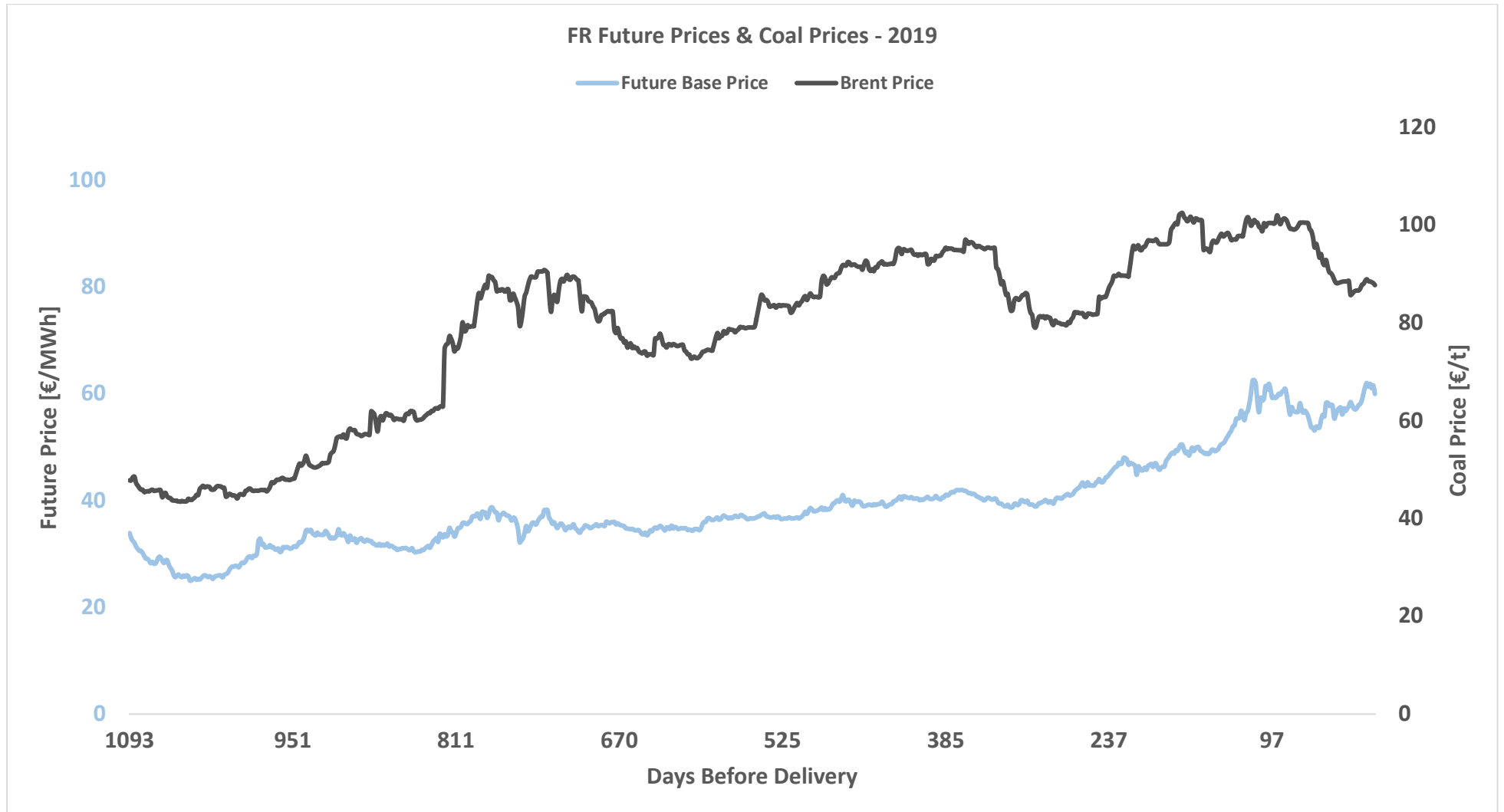
Σχήμα 5.57: Χρονολογική εξέλιξη ετήσιων τιμών ΣΜΕ άνθρακα και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας για το έτος 2018

## ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΤΩΝ ΣΜΕ



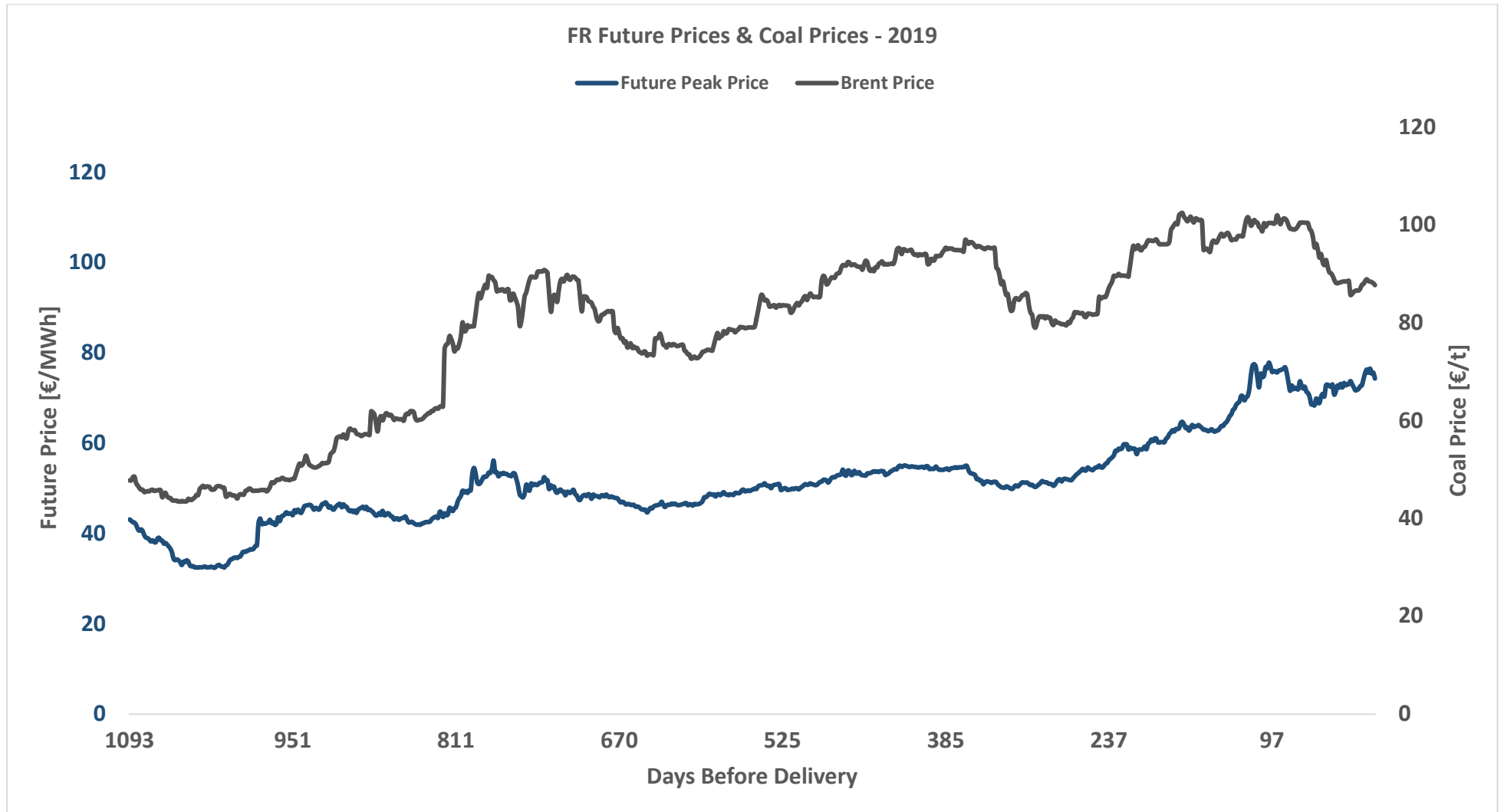
Σχήμα 5.58: Χρονολογική εξέλιξη ετήσιων τιμών ΣΜΕ άνθρακα και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας για το έτος 2018

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΤΩΝ ΣΜΕ



Σχήμα 5.59: Χρονολογική εξέλιξη ετήσιων τιμών ΣΜΕ άνθρακα και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας για το έτος 2019

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΤΩΝ ΣΜΕ



Σχήμα 5.60: Χρονολογική εξέλιξη ετήσιων τιμών ΣΜΕ άνθρακα και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας για το έτος 2019

### 5.1.3. Κόστος φυσικού αερίου

Η ολοένα και αυξανόμενη απαίτηση της ευρωπαϊκής ένωσης για μειωμένες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και η στρόφη στην λεγόμενη πράσινη ενέργεια έχει οδηγήσει την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας από την μία στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και από την άλλη σε εργοστάσια παραγωγής με μειωμένες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, πιο φιλικές ως προς το περιβάλλον. Έτσι, η παραγωγή που βασίζεται στο καύσιμο του φυσικού αερίου, παρουσιάζει μικρότερες εκπομπές<sup>1</sup> και συνακόλουθα μειωμένο κόστος παραγωγής<sup>2</sup>, καθοδηγώντας σημαντικά τόσο τις spot αγορές της ηλεκτρικής ενέργειας όσο και τις αγορές των αντίστοιχων ΣΜΕ. Είναι σημαντικό, ότι τα τελευταία χρόνια και ιδιαίτερα μετά το δεύτερο μισό του 2018 η διακύμανση των τιμών ΣΜΕ στην ηλεκτρική ενέργεια είναι άρρηκτα συσχετισμένη με την αντίστοιχη διακύμανση των τιμών ΣΜΕ του φυσικού αερίου.

Η πιο σημαντική διαφορά τιμολόγησης μεταξύ φυσικού αερίου και ηλεκτρικής ενέργειας βρίσκεται στην ικανότητα αποθήκευσης φυσικού αερίου, αν και η αποθήκευση αυτή είναι ιδιαίτερα δαπανηρή. Πάνω από το 80% των καταναλωμένων ποσοτήτων φυσικού αερίου εισάγεται από τη Ρωσία, τη Νορβηγία και τις Κάτω Χώρες<sup>3</sup>. Αυτό απαιτεί την κατασκευή πολύ δαπανηρών αγωγών μεταφοράς μεταξύ των θέσεων προμήθειας και τις τοποθεσίες των καταναλωτών. Από τότε που κατασκευάστηκαν οι υποδομές αυτές, οι παραγωγοί με σκοπό να εξασφαλίσουν την πώληση του αερίου και τη βιωσιμότητα της επένδυσης, έχουν υπογράψει μακροπρόθεσμα συμβόλαια παράδοσης εξωχρηματιστηριακά (OTC) με όρους που διαρκούν έως 25 χρόνια. Προκειμένου να αποφευχθούν φαινόμενα κατά τα οποία, μεμονωμένοι συμμετέχοντες, ασκούν άδικη χρήση οποιουδήποτε περιθωρίου στη σύμβαση προς όφελός τους (πρόβλημα αναμονής - hold-up problem), ο εισαγωγέας υποχρεούται να αποδεχθεί μια ελάχιστη ποσότητα αερίου ή τουλάχιστον να αποδεχθεί την πληρωμή της ποσότητας αυτής<sup>4</sup>. Έτσι, ο ποσοτικός κίνδυνος ανατίθεται στον εισαγωγέα στα λεγόμενα συμβόλαια λήψης ή πληρωμής (ToP), και σε αντάλλαγμα, ο παραγωγός φέρει τον κίνδυνο τιμής, από τη σύμβαση όπου η τιμή προμήθειας φυσικού αερίου δεν εξαρτάται από το μεταβλητό κόστος της εξόρυξης αλλά από την τιμή

---

<sup>1</sup> Αυτό οφείλεται αφενός στον τύπο του καυσίμου αφετέρου στο γεγονός ότι σταθμοί παραγωγής συνδυασμένου κύκλου παρουσιάζουν πολύ μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης έναντι άλλων σταθμών παραγωγής με διαφορετική τεχνολογία/καύσιμο.

<sup>2</sup> Έναντι σταθμών παραγωγής με βάση τον άνθρακα ή το λιγνίτη

<sup>3</sup> Electricity and natural gas pricing, Energiewirtschaftliche Tagesfragen, November 2008, p. 5

<sup>4</sup> Take-or-Pay contracts (ToP)

ανταγωνιστικών καυσίμων. Ανάλογα με τον επιδιωκόμενο σκοπό του αερίου, αυτά τα ανταγωνιστικά καύσιμα είναι συνήθως πετρέλαιο ή άνθρακας<sup>1</sup>.

Προκειμένου να εξασφαλιστούν επενδύσεις σε εθνικές υποδομές (π.χ. εθνικά δίκτυα μεταφοράς ή σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας) που τροφοδοτούνται από διακρατικούς αγωγούς, οι εισαγωγείς έχουν επίσης υπογράψει συμβάσεις ToP με εθνικές και περιφερειακές εταιρείες φυσικού αερίου καθώς και εταιρείες διανομής. Έτσι, η τιμή για τους τελικούς χρήστες δεν καθορίζεται κυρίως από την προσφορά και τη ζήτηση φυσικού αερίου, αλλά από την προσφορά και τη ζήτηση πιο ευέλικτων μεταφερόμενων εμπορευμάτων - άνθρακα και πετρέλαιο.

Η ανάπτυξη μιας χονδρεμπορικής αγοράς φυσικού αερίου στη Γερμανία προχώρησε μάλλον αργά, λόγω του συστήματος πρόσβασης στο δίκτυο που μόλις λειτουργούσε και των κυρίαρχων μακροπρόθεσμων συμβάσεων παράδοσης φυσικού αερίου. Ενώ τουλάχιστον ένα μέρος του φυσικού αερίου εμπορεύεται μέσω βραχυπρόθεσμων εξωχρηματιστηριακών συμβάσεων στον τομέα της αγοράς για την E.ON Ruhrgas Transport (EGT), η διαπραγμάτευση σε άλλα σημεία είναι ακόμη σε πρώιμα στάδια ανάπτυξης. Ενώ η πρώτη αντίδραση σχετικά με την εισαγωγή βραχυπρόθεσμων συναλλαγών στην περιοχή της BEB τον Ιούλιο του 2007 ήταν μάλλον θετική, οι τρέχοντες όγκοι συναλλαγών συγκλίνουν στο μηδέν. Ωστόσο, η ευκαιρία διαπραγμάτευσης φυσικού αερίου στο EEX στο δίκτυο EGT, που παρουσιάστηκε τον Οκτώβριο του 2007, αποκαλύπτει μια θετική εξέλιξη. Λόγω των βασικών αρχών του arbitrage μεταφοράς, οι τιμές που αναφέρονται από το EEX διαφέρουν σημαντικά από εκείνες σε περισσότερους κόμβους συναλλαγών, όπως το σύστημα TTF (Ολλανδία), το Zeebrugge (Βέλγιο) και το Εθνικό Σημείο Εξισορρόπησης (NBP, Ηνωμένο Βασίλειο), όπου η τιμή του φυσικού αερίου αντιστοιχεί σε προσφορές που λαμβάνονται στις συναλλαγές του ομίλου APX και ICE, αντίστοιχα.

Παρά τις ισχυρές σχέσεις μεταξύ των τιμών φυσικού αερίου και πετρελαίου που αναφέρονται παραπάνω, υπάρχει μια θεμελιώδης διαφορά στον τρόπο καθορισμού των τιμών τους. Η μεγαλύτερη ζήτηση για πετρέλαιο προέρχεται από τους τομείς των μεταφορών και των πετροχημικών, οι οποίοι υπόκεινται μόνο σε μικρές εποχιακές και στοχαστικές διακυμάνσεις. Ως αποτέλεσμα, οι βραχυπρόθεσμες και μεσοπρόθεσμες μεταβολές των τιμών στην αγορά πετρελαίου βασίζονται κυρίως σε παράγοντες της προσφοράς, π.χ. ακραίες καιρικές συνθήκες, πολιτική αστάθεια κ.λπ. Αντίθετα, οι δομές κόστους στην εξόρυξη και μεταφορά φυσικού αερίου διατηρούν την προσφορά σχετικά σταθερή, ενώ η ζήτηση ποικίλλει ανάλογα με τις εποχές, καθώς χρησιμοποιείται κυρίως στον τομέα της θέρμανσης και παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Επειδή

---

<sup>1</sup> Flakowski (2003)

## ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΤΩΝ ΣΜΕ

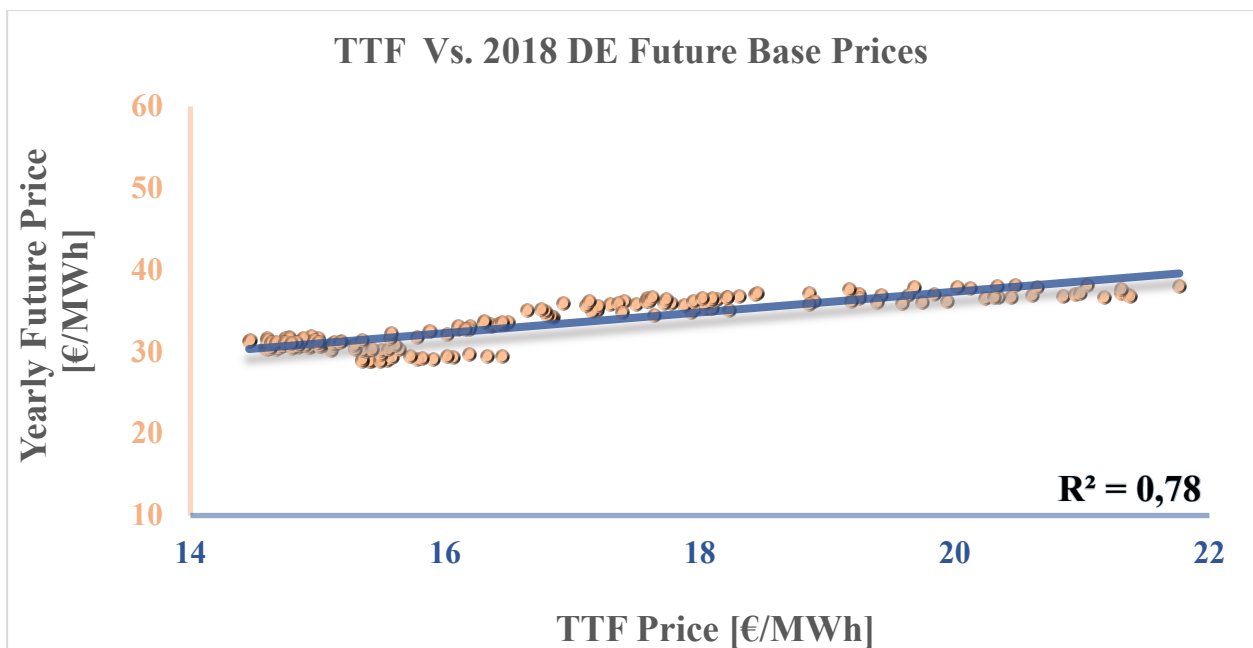
το φυσικό αέριο είναι εξαιρετικά ακριβό για αποθήκευση, οι διακυμάνσεις των τιμών δεν μπορούν να εξομαλυνθούν στον βαθμό που είναι δυνατό στην αγορά πετρελαίου.

Πίνακας 5.3: Συσχετισμός μεταξύ ετήσιων ΣΜΕ φυσικού αερίου και ετήσιων ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τις χώρες της Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR) για τα έτη 2017-2019 με χρόνο αναφοράς: το μήνα της παράδοσης και, το έτος φυσικής παράδοσης ή οικονομικής εκκαθάρισης

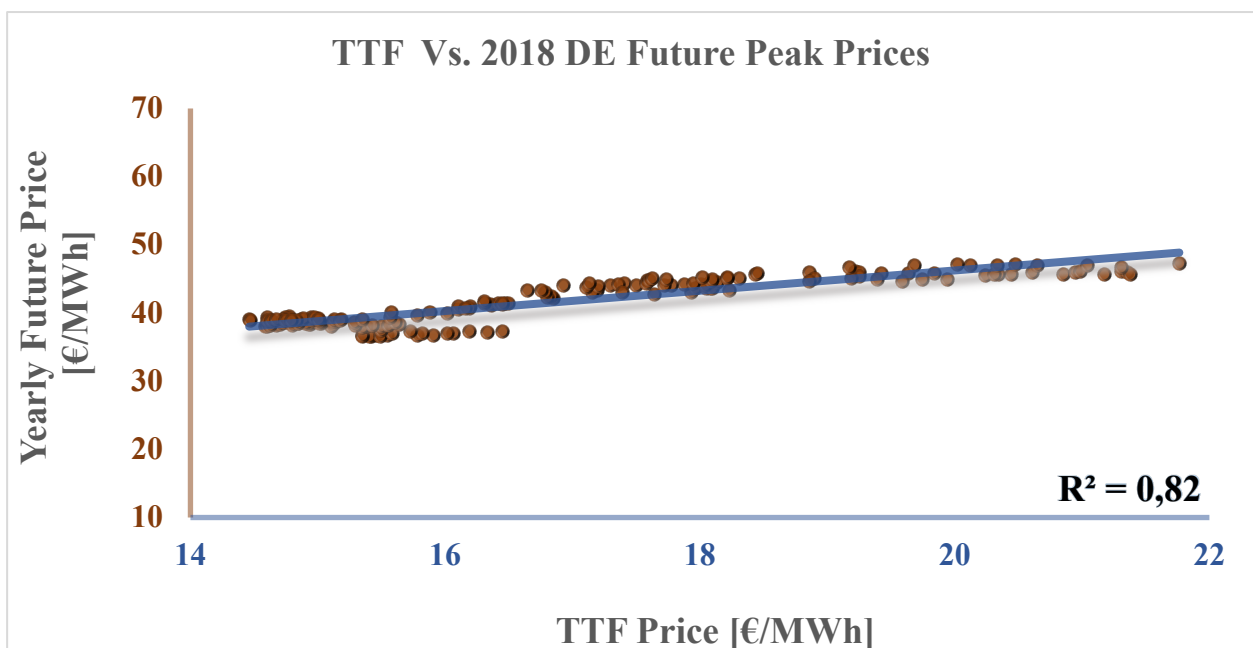
Στην πρώτη στήλη διακρίνεται η κατηγοριοποίηση με βάση το χρόνο αναφοράς, στη δεύτερη ο τύπος του συμβολαίου, στην τρίτη η χώρα αναφοράς, στην τέταρτη το μέγεθος του δείγματος, στην πέμπτη η μέση τιμή των ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας σε €/MWh, ενώ στη συνέχεια, η παράμετρος  $R^2$  και  $r$  καθώς επίσης και η μέση τιμή των ΣΜΕ του φυσικού αερίου σε €/MWh.

Future & TTF Price Pearson correlation coefficient							
Future	Type	Country	Sample	Mean	R-Square	r	TTF Mean
Y-1	Base	DE	424	39,62	0,92	0,96	20,10
Y-2	Base	DE	176	31,26	0,84	0,92	16,95
2018	Base	DE	174	33,46	0,78	0,88	16,92
2019	Base	DE	426	38,69	0,94	0,97	20,10
Y-1	Peak	DE	424	48,96	0,92	0,96	20,10
Y-2	Peak	DE	175	39,54	0,86	0,93	16,95
2018	Peak	DE	174	41,65	0,82	0,90	16,92
2019	Peak	DE	426	48,05	0,94	0,97	20,10
Y-1	Base	FR	760	40,15	0,87	0,93	17,84
Y-2	Base	FR	512	34,38	0,65	0,81	15,67
Y-3	Base	FR	257	31,74	0,77	0,87	14,10
2017	Base	FR	255	33,33	0,81	0,90	14,06
2018	Base	FR	510	34,85	0,67	0,82	15,65
2019	Base	FR	764	39,27	0,88	0,94	17,85
Y-1	Peak	FR	760	52,21	0,80	0,89	17,84
Y-2	Peak	FR	512	46,39	0,68	0,82	15,67
Y-3	Peak	FR	257	43,23	0,73	0,86	14,10
2017	Peak	FR	255	44,62	0,77	0,88	14,06
2018	Peak	FR	510	46,24	0,70	0,84	15,65
2019	Peak	FR	764	51,81	0,88	0,94	17,85

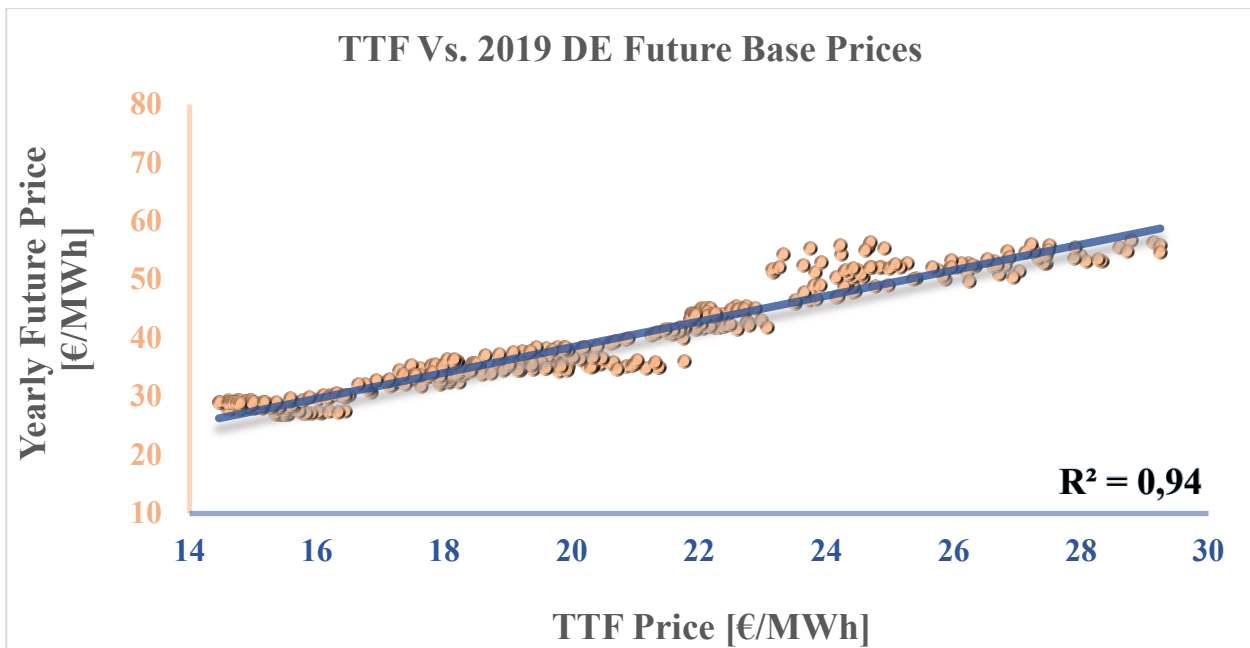




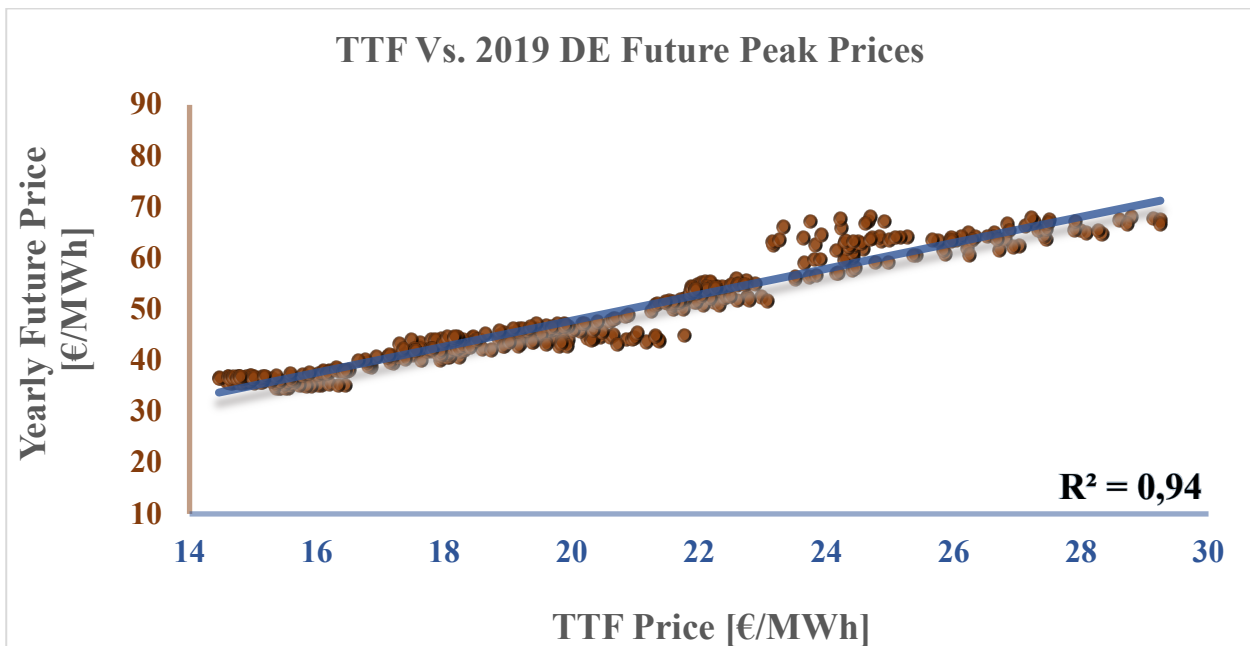
Σχήμα 5.61: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ φυσικού αερίου και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γερμανίας το έτος 2018



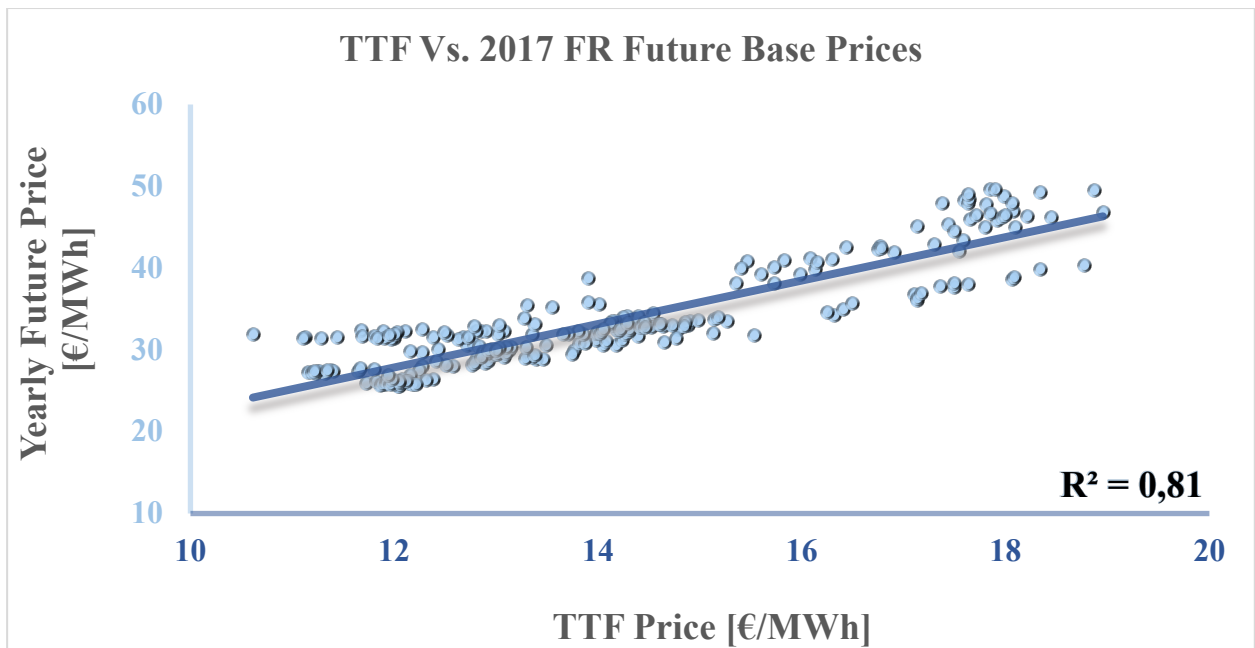
Σχήμα 5.62: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ φυσικού αερίου και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γερμανίας το έτος 2018



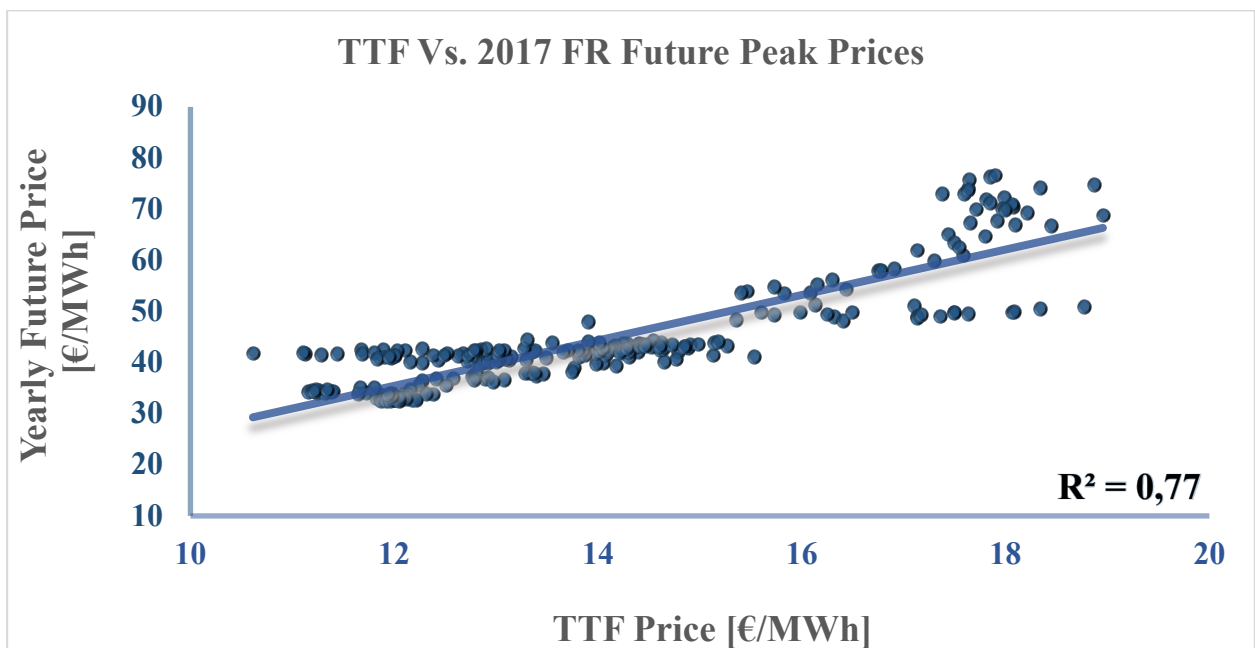
Σχήμα 5.63: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ φυσικού αερίου και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γερμανίας το έτος 2019



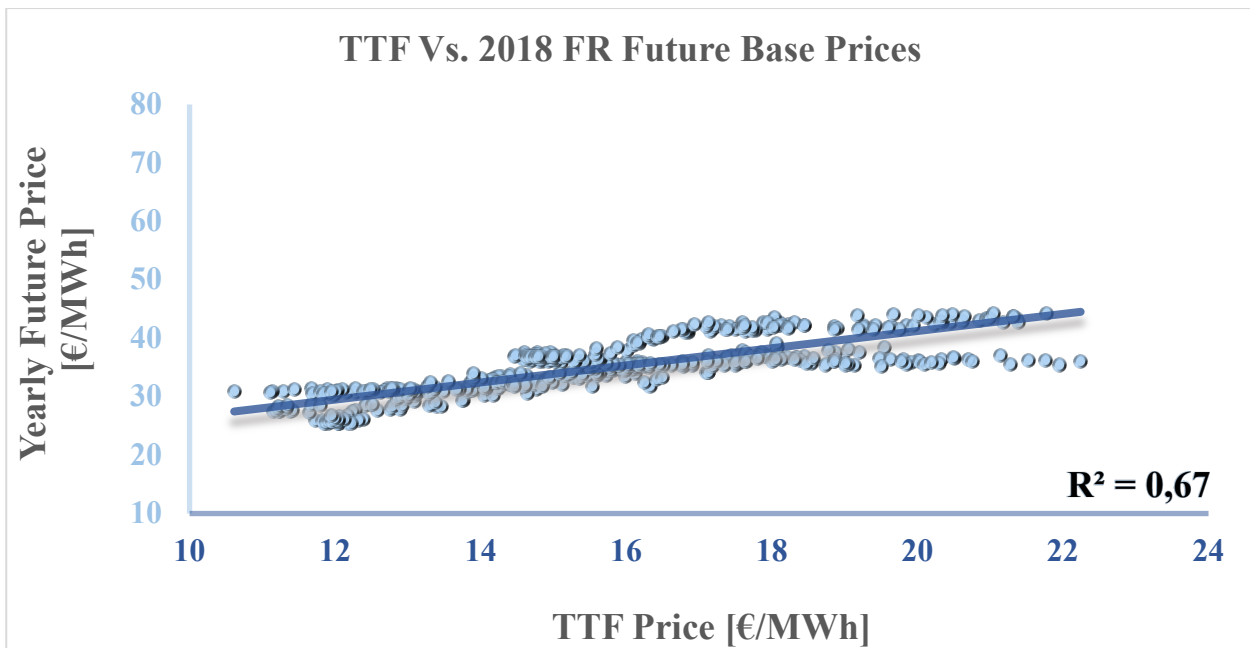
Σχήμα 5.64: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ φυσικού αερίου και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γερμανίας το έτος 2019



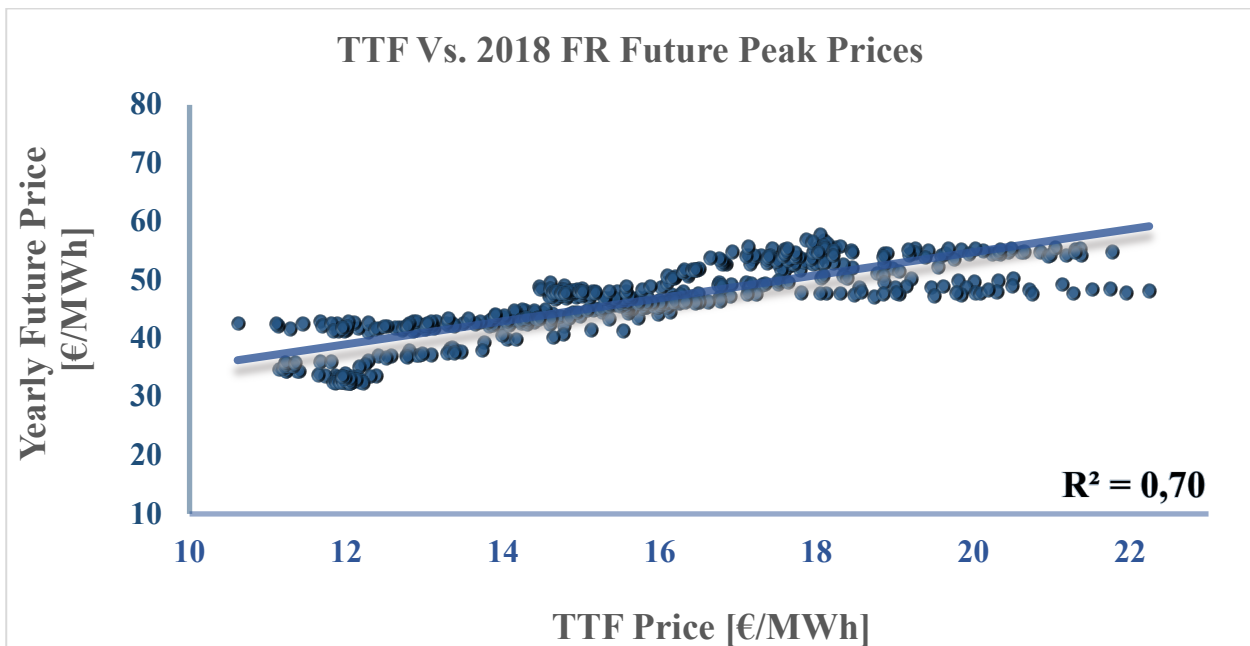
Σχήμα 5.65: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ φυσικού αερίου και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας το έτος 2017



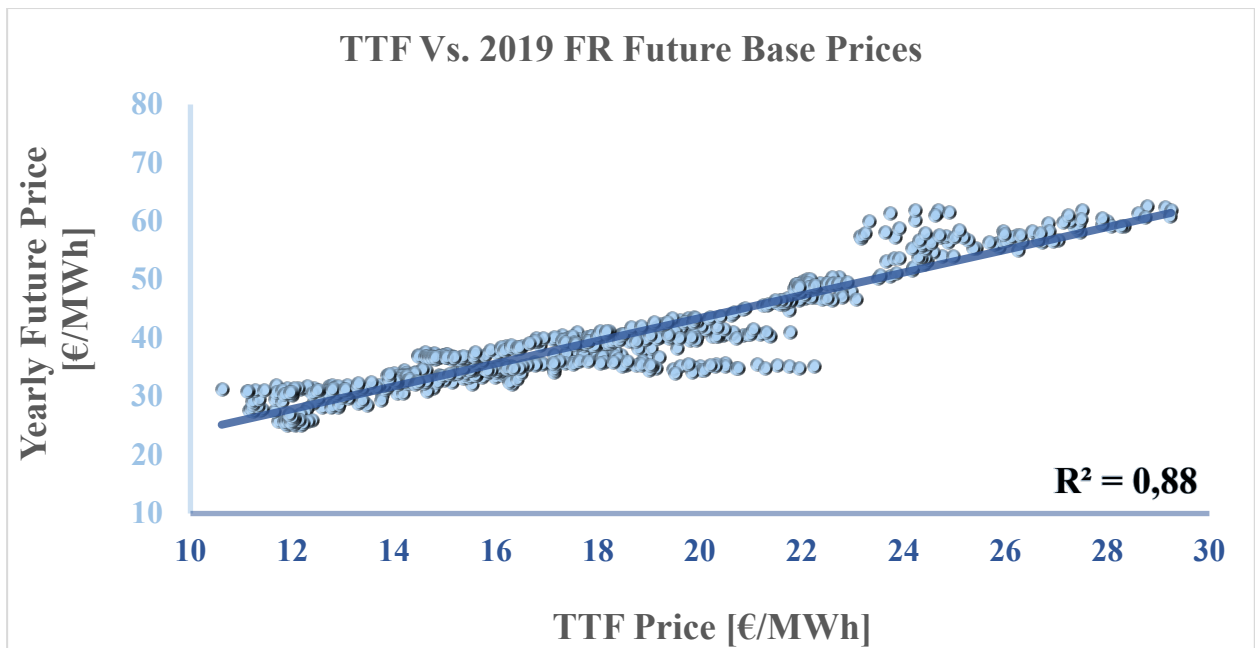
Σχήμα 5.66: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ φυσικού αερίου και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας το έτος 2017



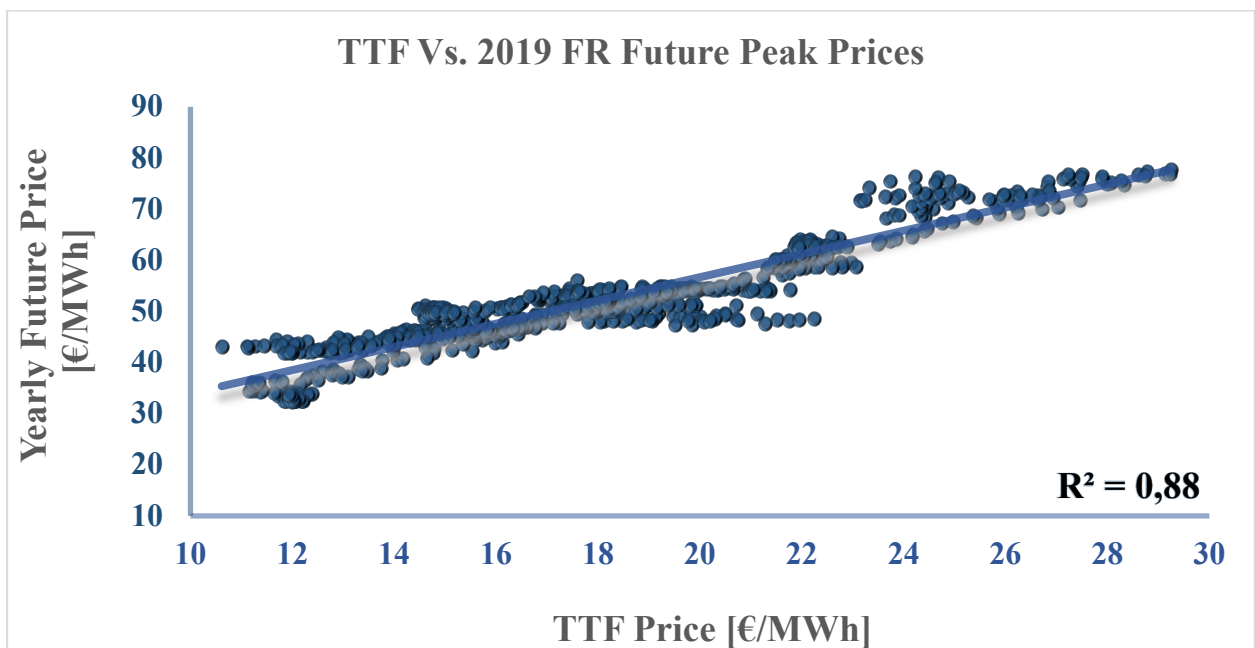
Σχήμα 5.67: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ φυσικού αερίου και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας το έτος 2018



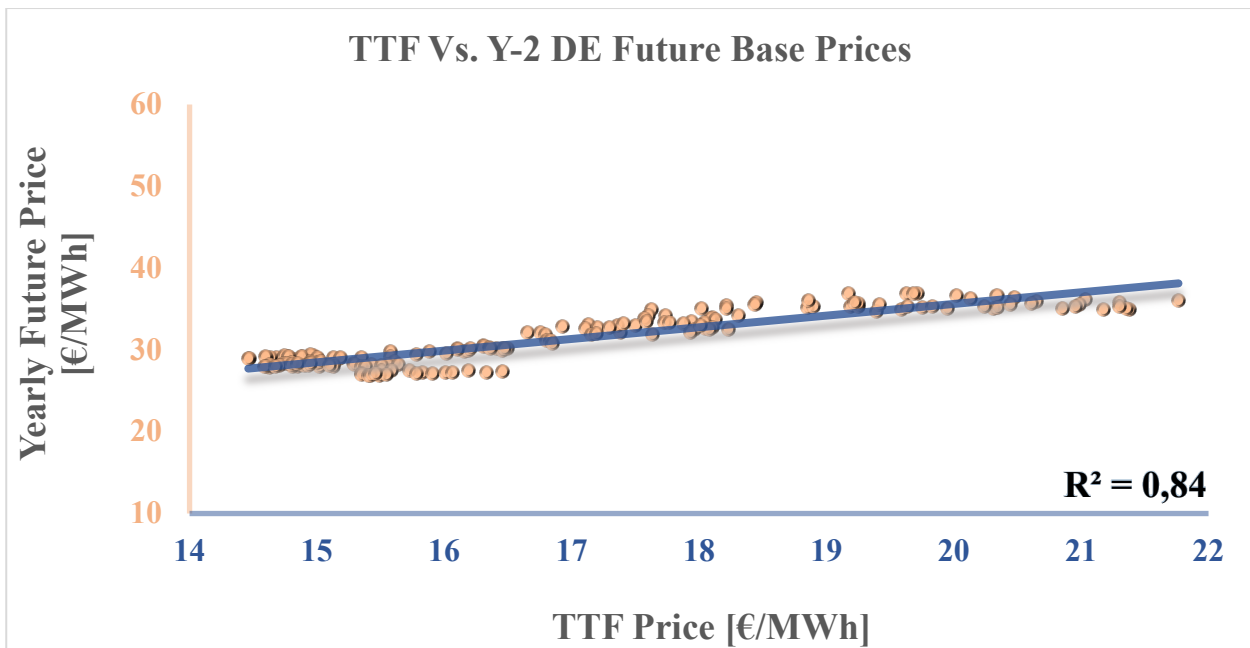
Σχήμα 5.68: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ φυσικού αερίου και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας το έτος 2018



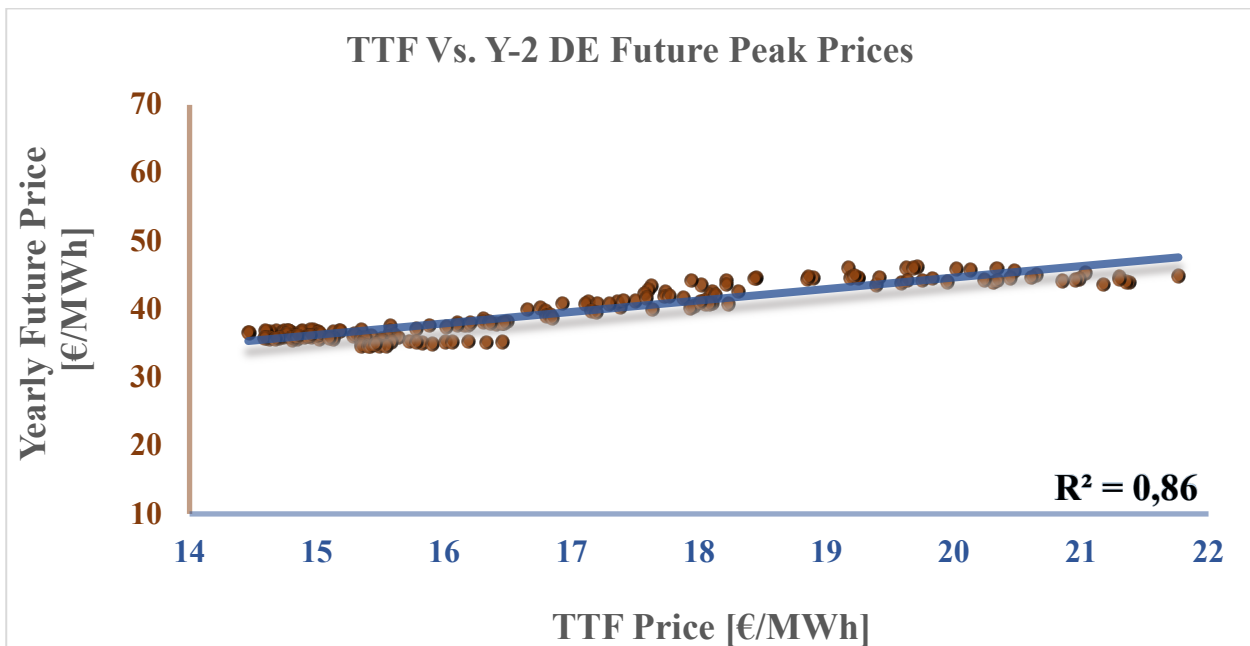
Σχήμα 5.69: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ φυσικού αερίου και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας το έτος 2019



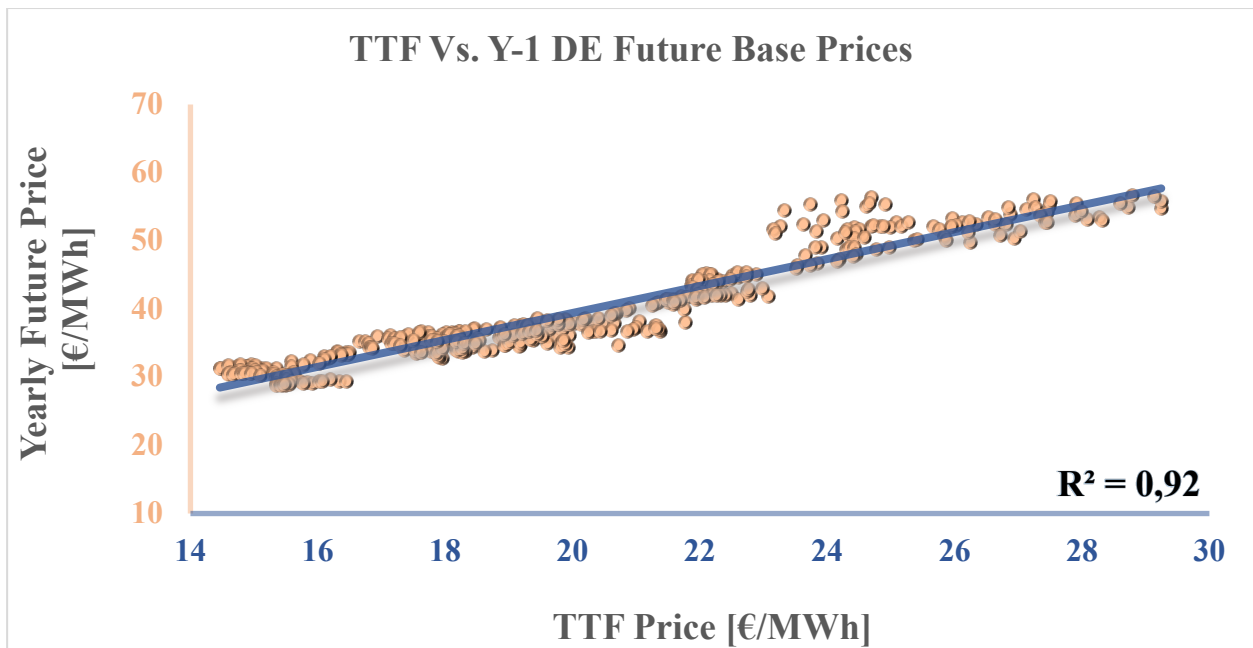
Σχήμα 5.70: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ φυσικού αερίου και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας το έτος 2019



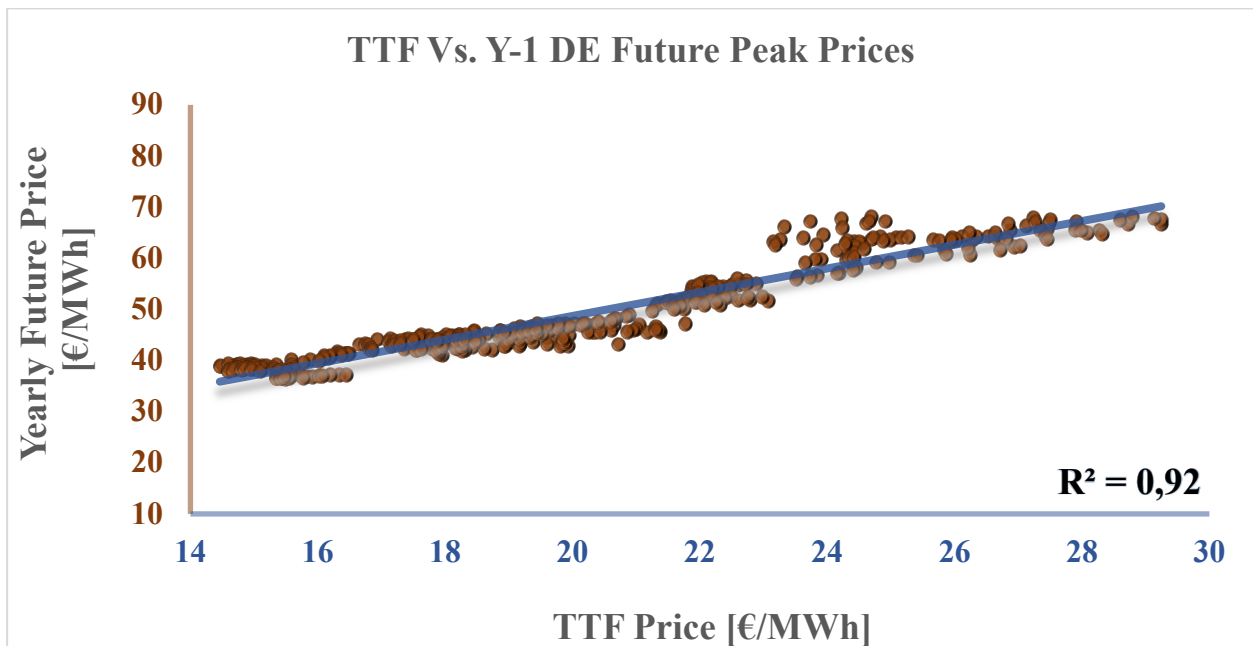
Σχήμα 5.71: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ φυσικού αερίου και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γερμανίας σε χρόνο διαπραγμαύτεσης δύο χρόνια πριν την φυσική παράδοση



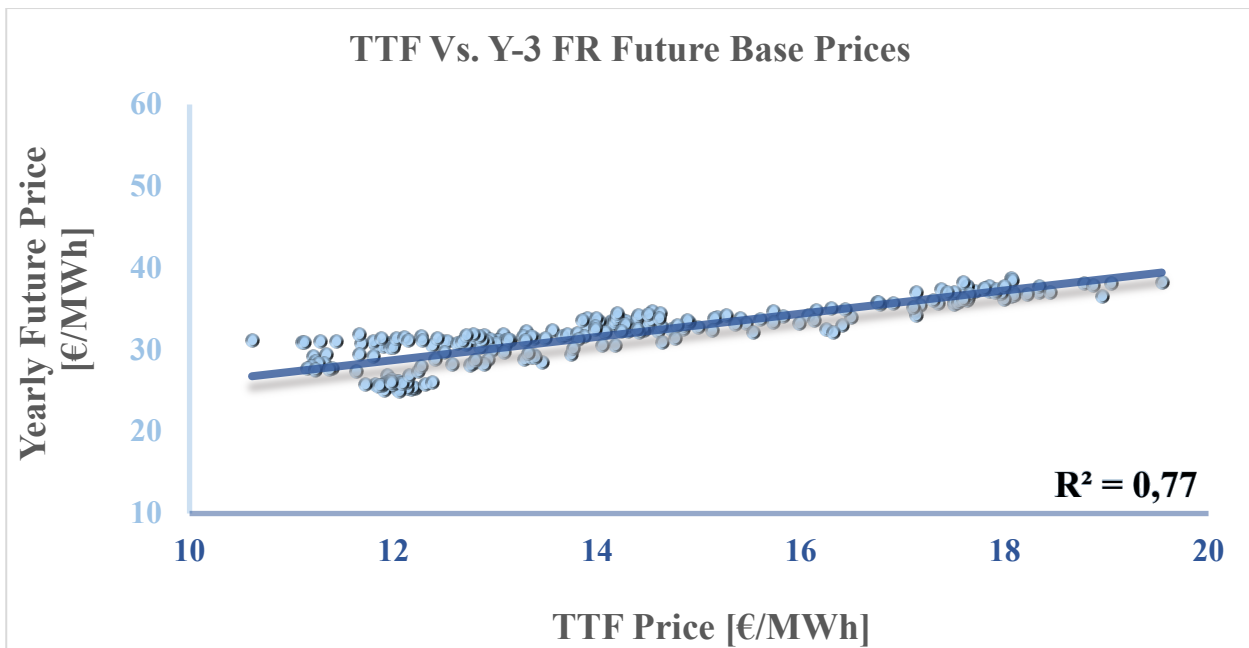
Σχήμα 5.72: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ φυσικού αερίου και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γερμανίας σε χρόνο διαπραγμαύτεσης δύο χρόνια πριν την φυσική παράδοση



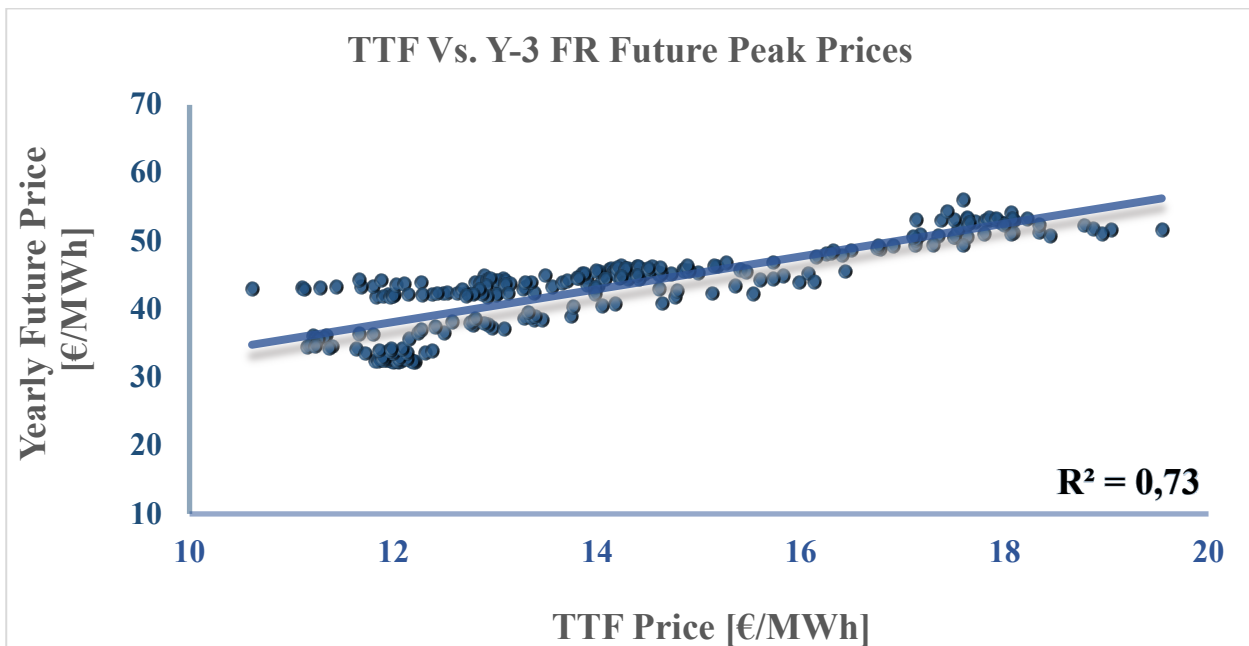
Σχήμα 5.73: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ φυσικού αερίου και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γερμανίας σε χρόνο διαπραγμαύτεσης ένα χρόνο πριν την φυσική παράδοση



Σχήμα 5.74: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ φυσικού αερίου και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γερμανίας σε χρόνο διαπραγμαύτεσης ένα χρόνο πριν την φυσική παράδοση

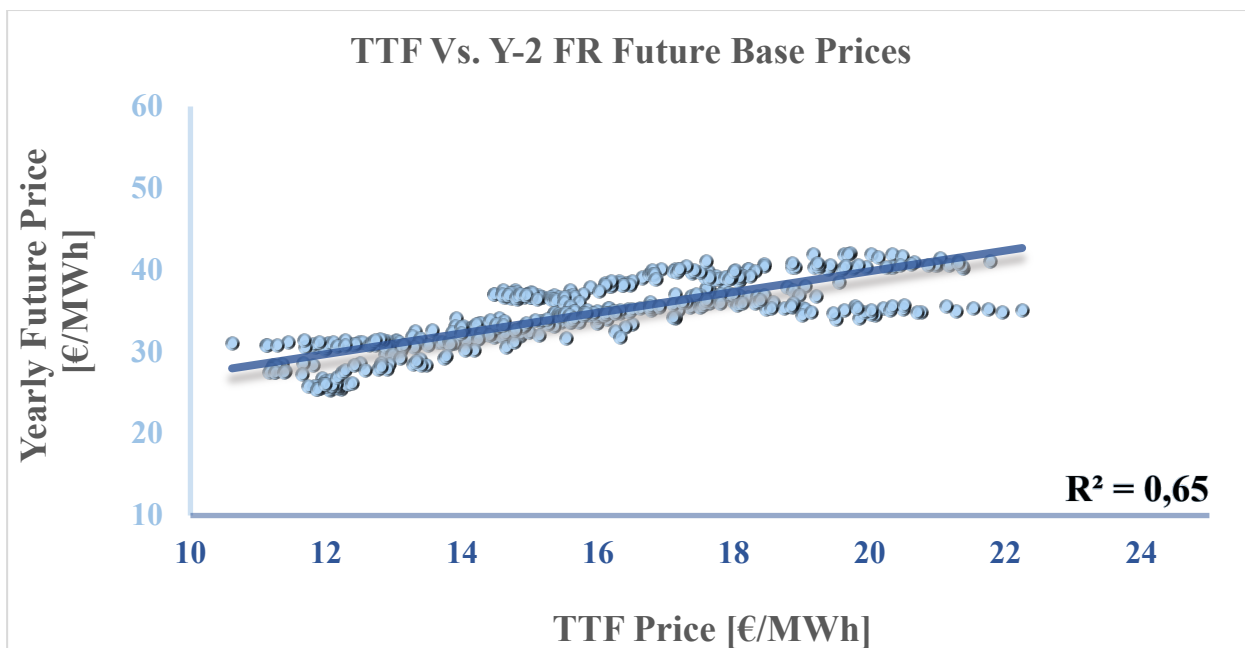


Σχήμα 5.75: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ φυσικού αερίου και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας σε χρόνο διαπραγμαύτεσης τρία χρόνια πριν την φυσική παράδοση

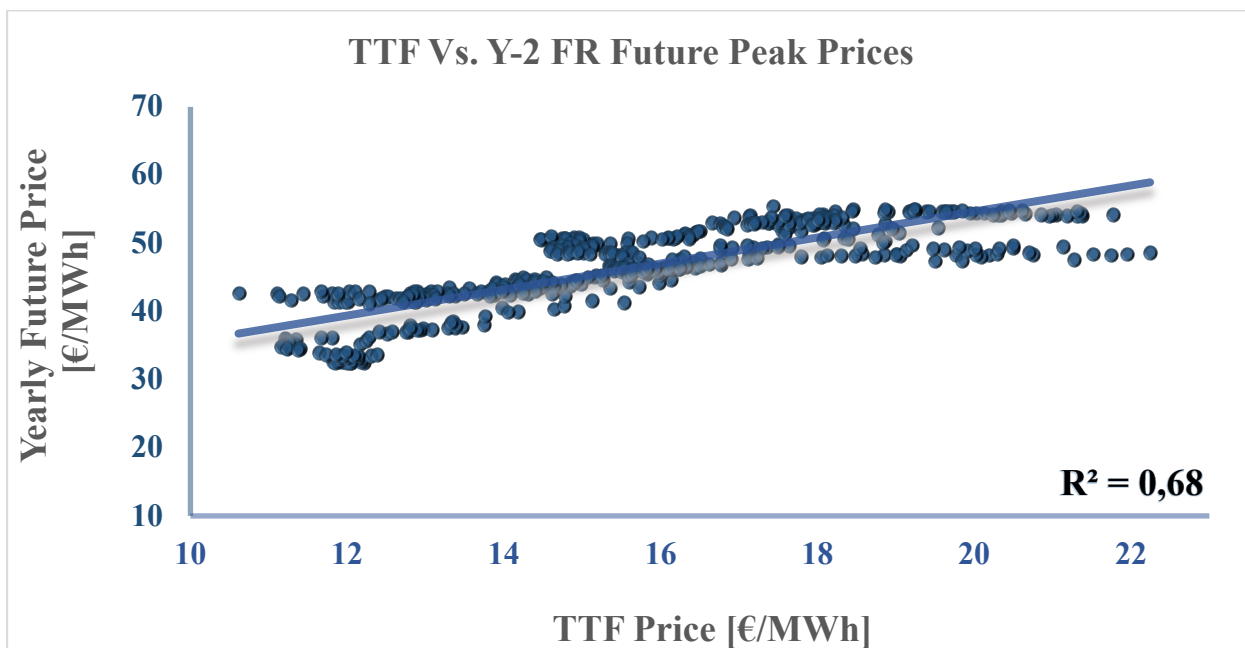


Σχήμα 5.76: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ φυσικού αερίου και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας σε χρόνο διαπραγμαύτεσης τρία χρόνια πριν την φυσική παράδοση

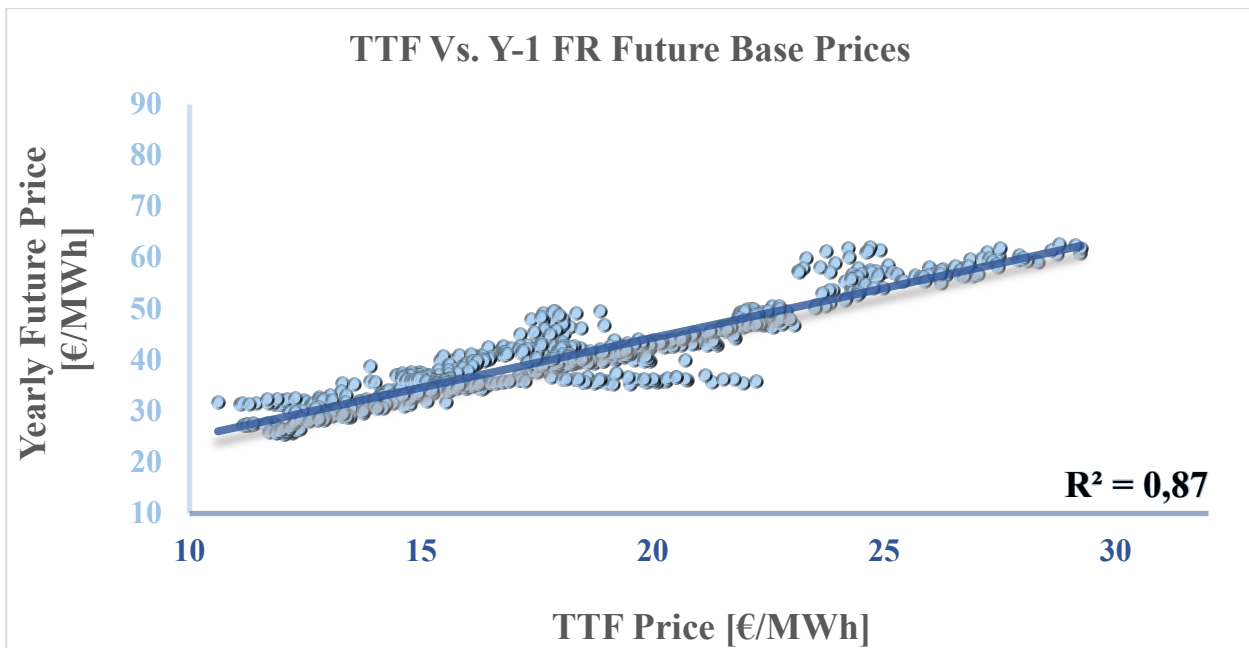




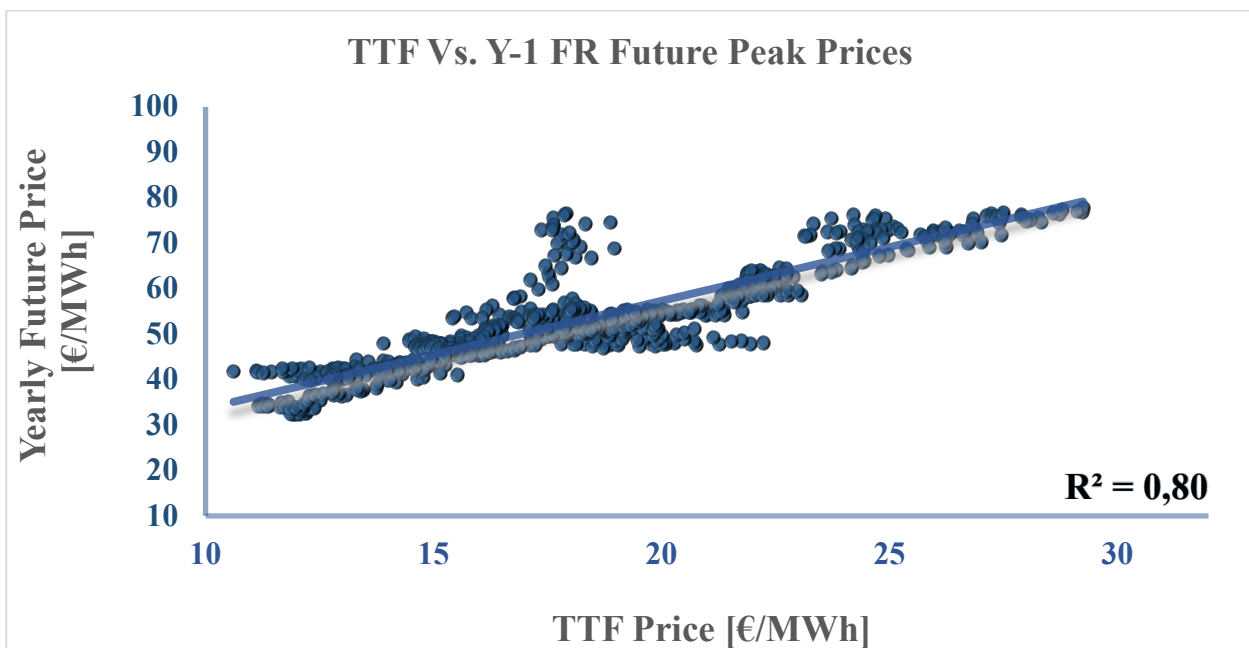
Σχήμα 5.77: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ φυσικού αερίου και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας σε χρόνο διαπραγμαύτωσης δύο χρόνια πριν την φυσική παράδοση



Σχήμα 5.78: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ φυσικού αερίου και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας σε χρόνο διαπραγμαύτωσης δύο χρόνια πριν την φυσική παράδοση

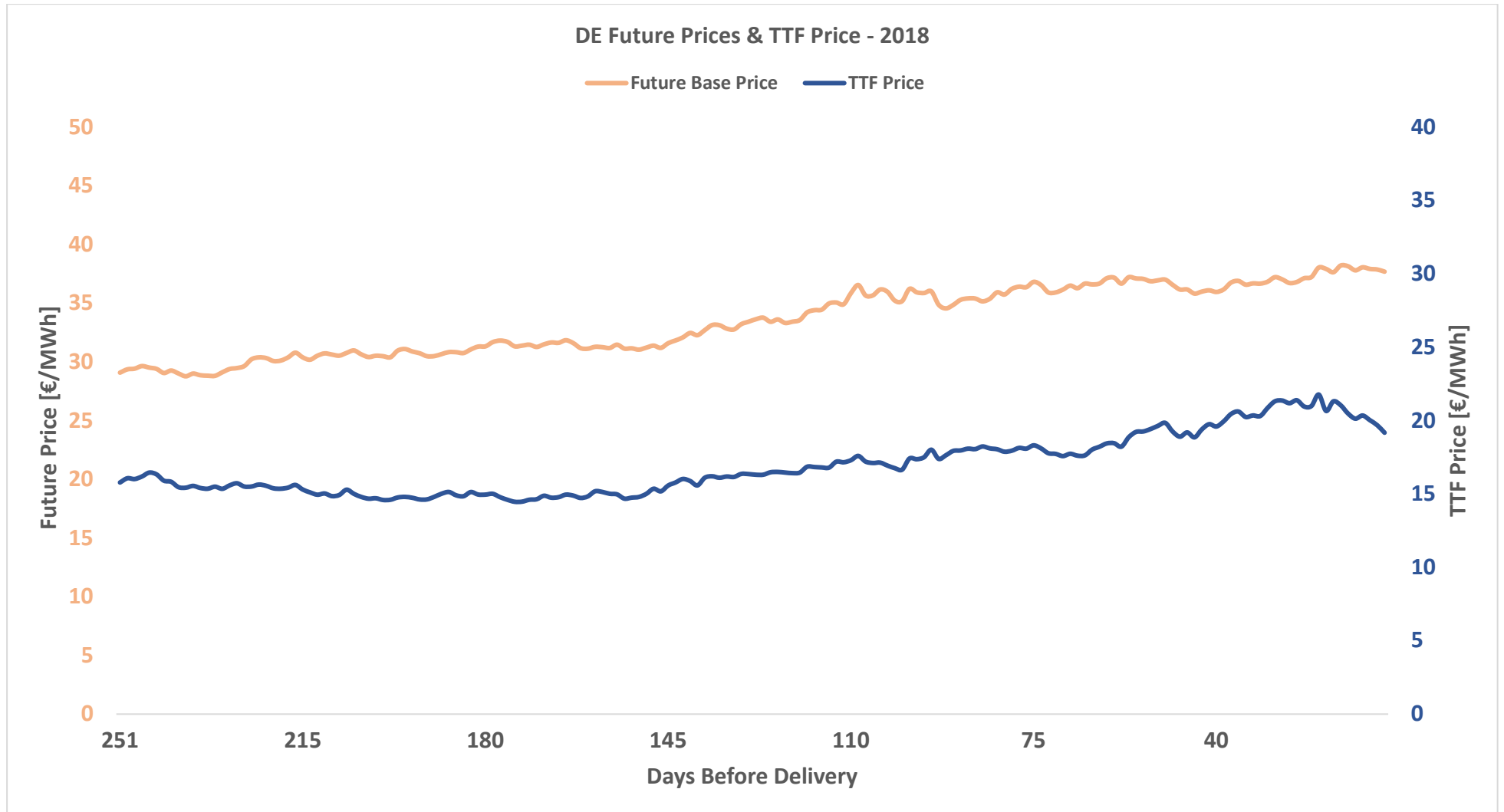


Σχήμα 5.79: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ φυσικού αερίου και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας σε χρόνο διαπραγμαύτεσης ένα χρόνο πριν την φυσική παράδοση



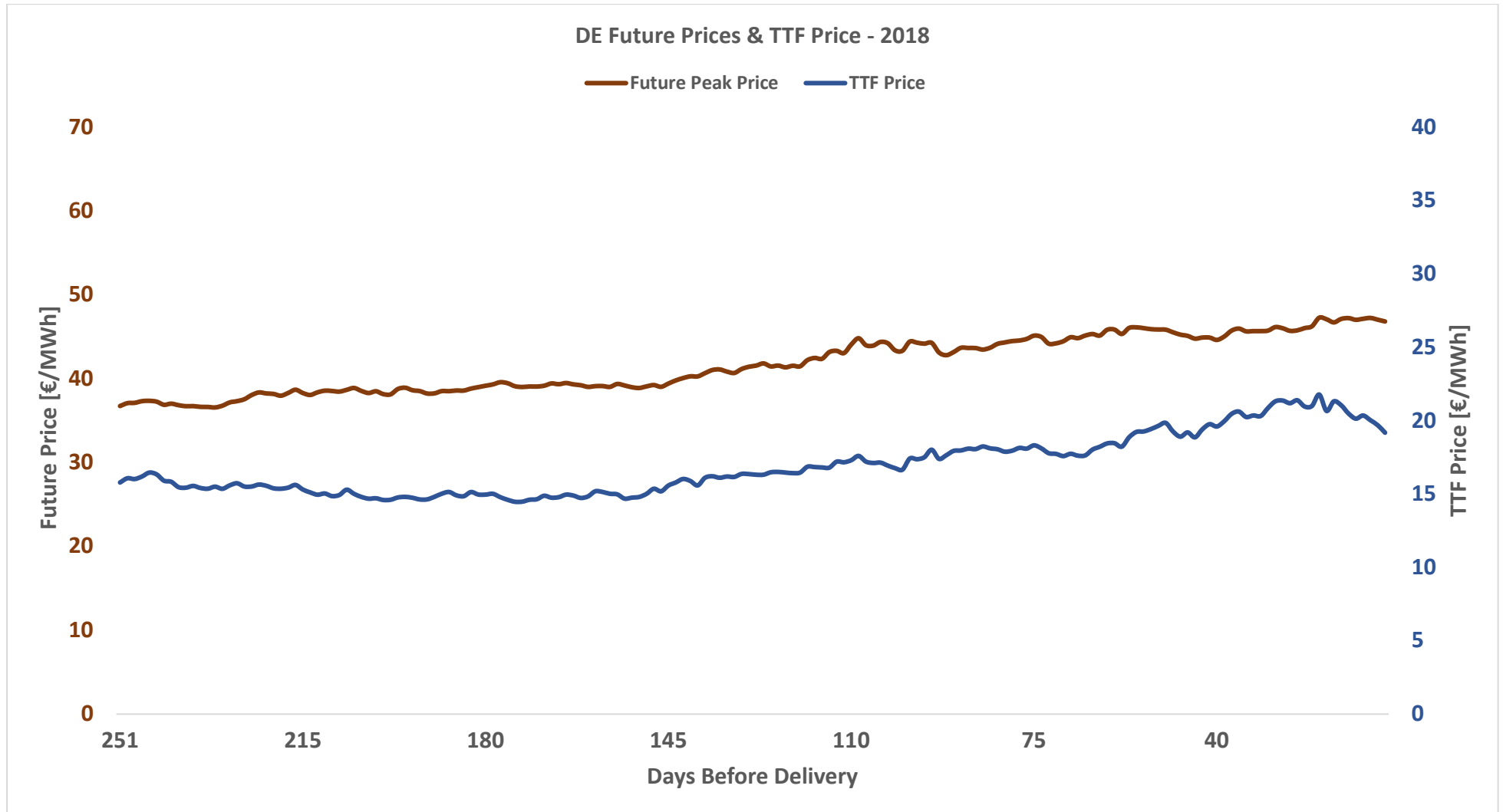
Σχήμα 5.80: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ φυσικού αερίου και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας σε χρόνο διαπραγμαύτεσης ένα χρόνο πριν την φυσική παράδοση

## ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΤΩΝ ΣΜΕ



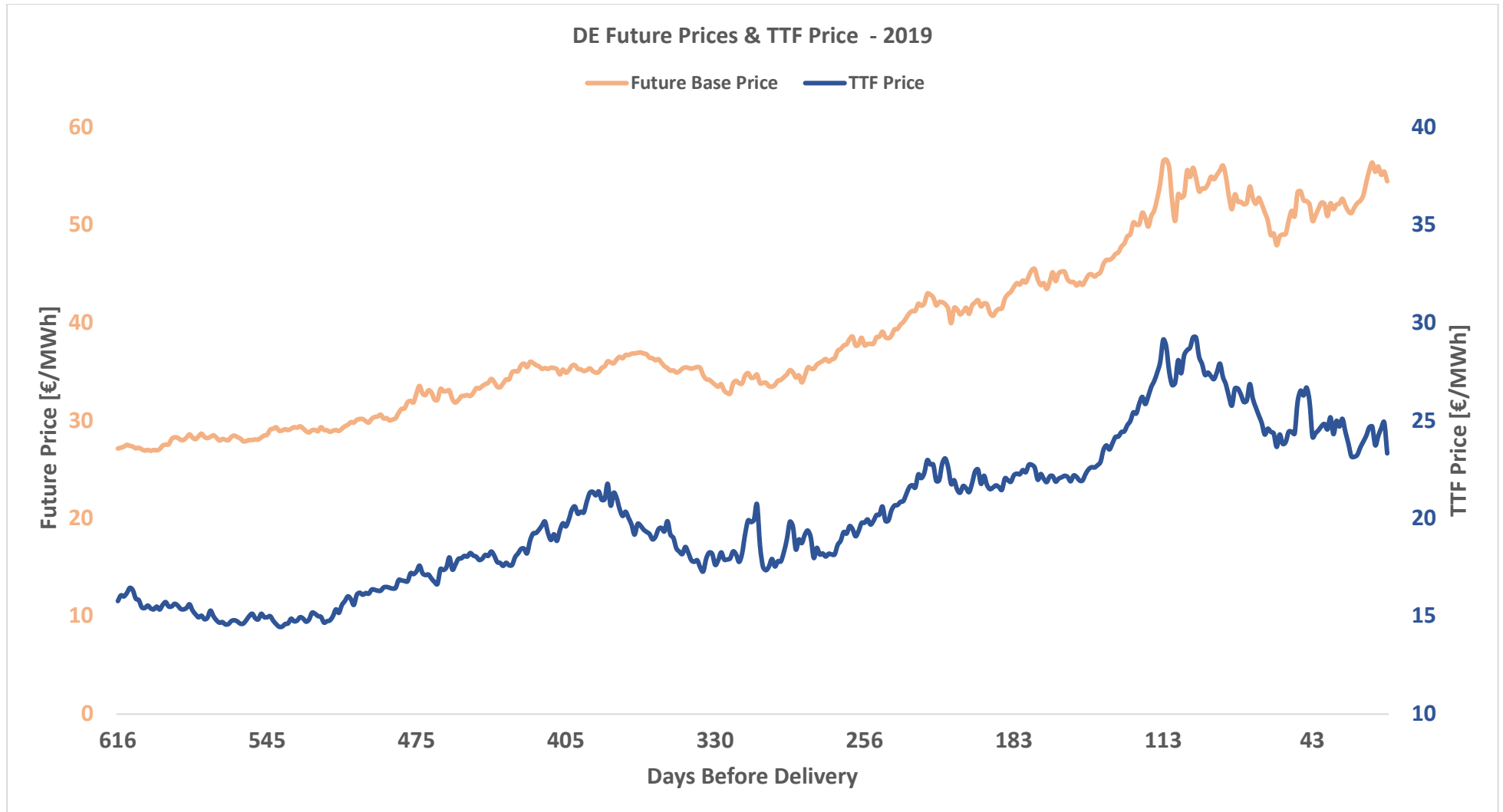
Σχήμα 5.81: Χρονολογική εξέλιξη ετήσιων τιμών ΣΜΕ φυσικού αερίου και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γερμανίας για το έτος 2018

## ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΤΩΝ ΣΜΕ



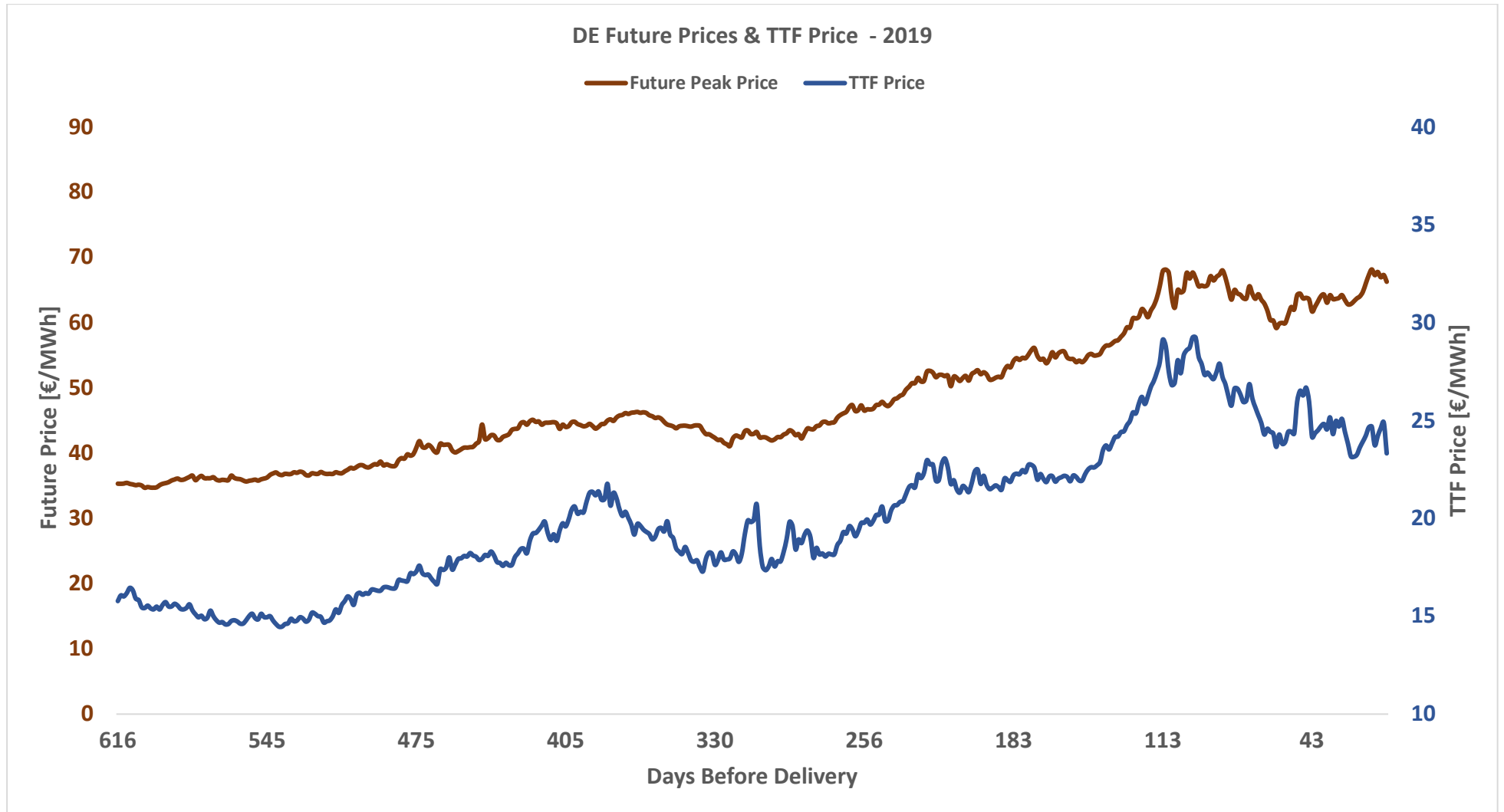
Σχήμα 5.82: Χρονολογική εξέλιξη ετήσιων τιμών ΣΜΕ φυσικού αερίου και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γερμανίας για το έτος 2018

## ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΤΩΝ ΣΜΕ



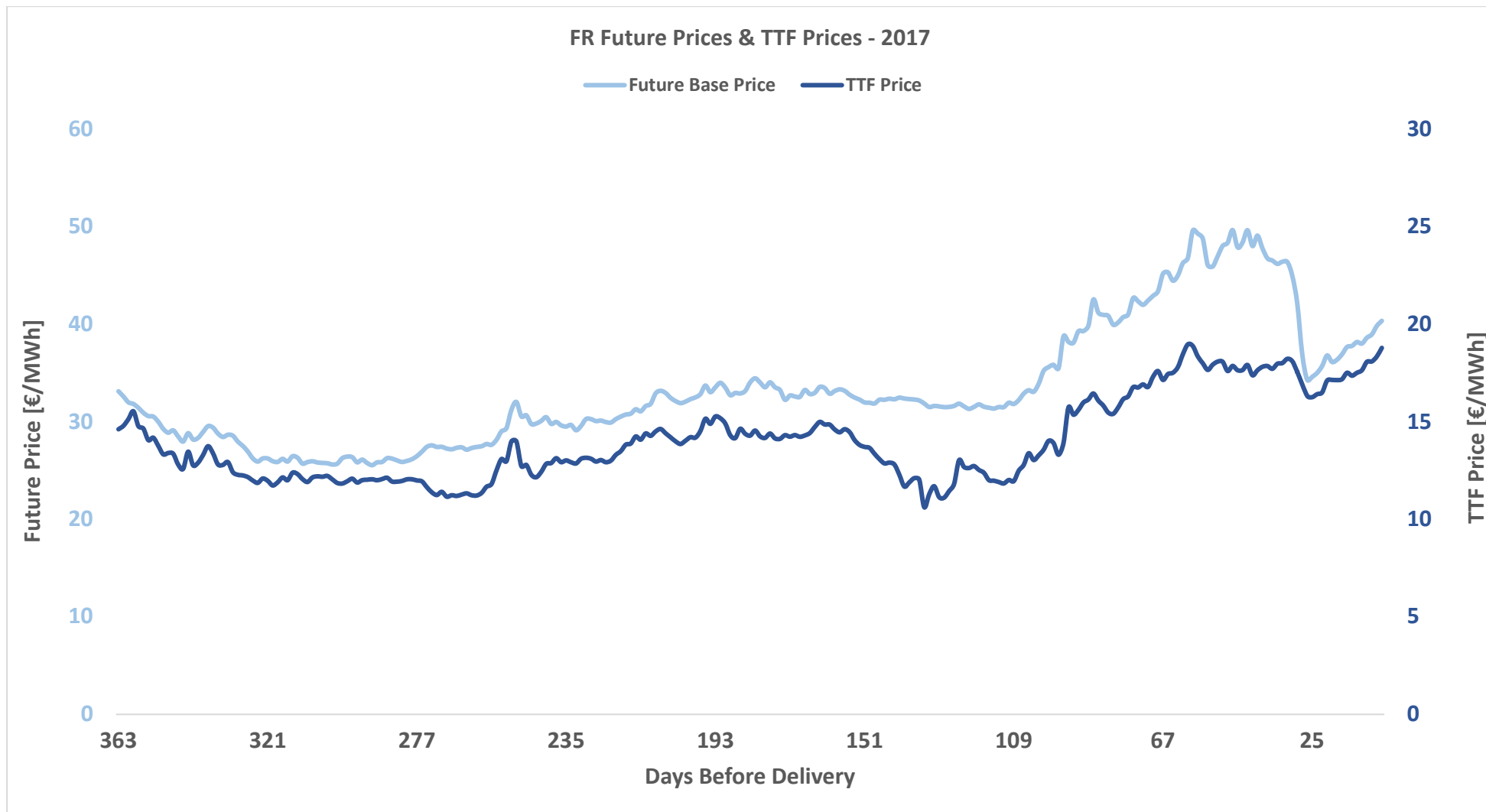
Σχήμα 5.83: Χρονολογική εξέλιξη ετήσιων τιμών ΣΜΕ φυσικού αερίου και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γερμανίας για το έτος 2019

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΤΩΝ ΣΜΕ



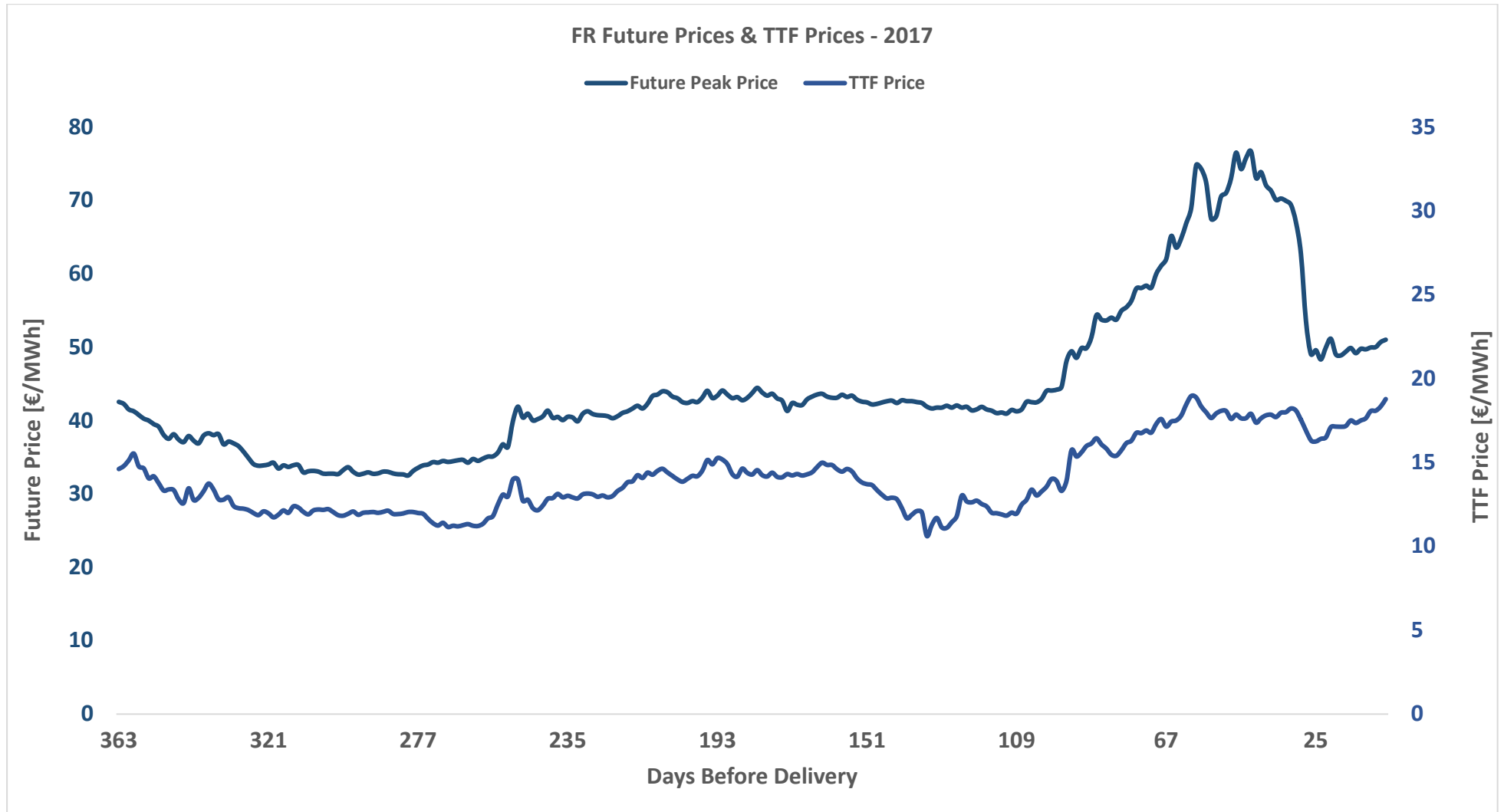
Σχήμα 5.84: Χρονολογική εξέλιξη ετήσιων τιμών ΣΜΕ φυσικού αερίου και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γερμανίας για το έτος 2019

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΤΩΝ ΣΜΕ



Σχήμα 5.85: Χρονολογική εξέλιξη ετήσιων τιμών ΣΜΕ φυσικού αερίου και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας για το έτος 2017

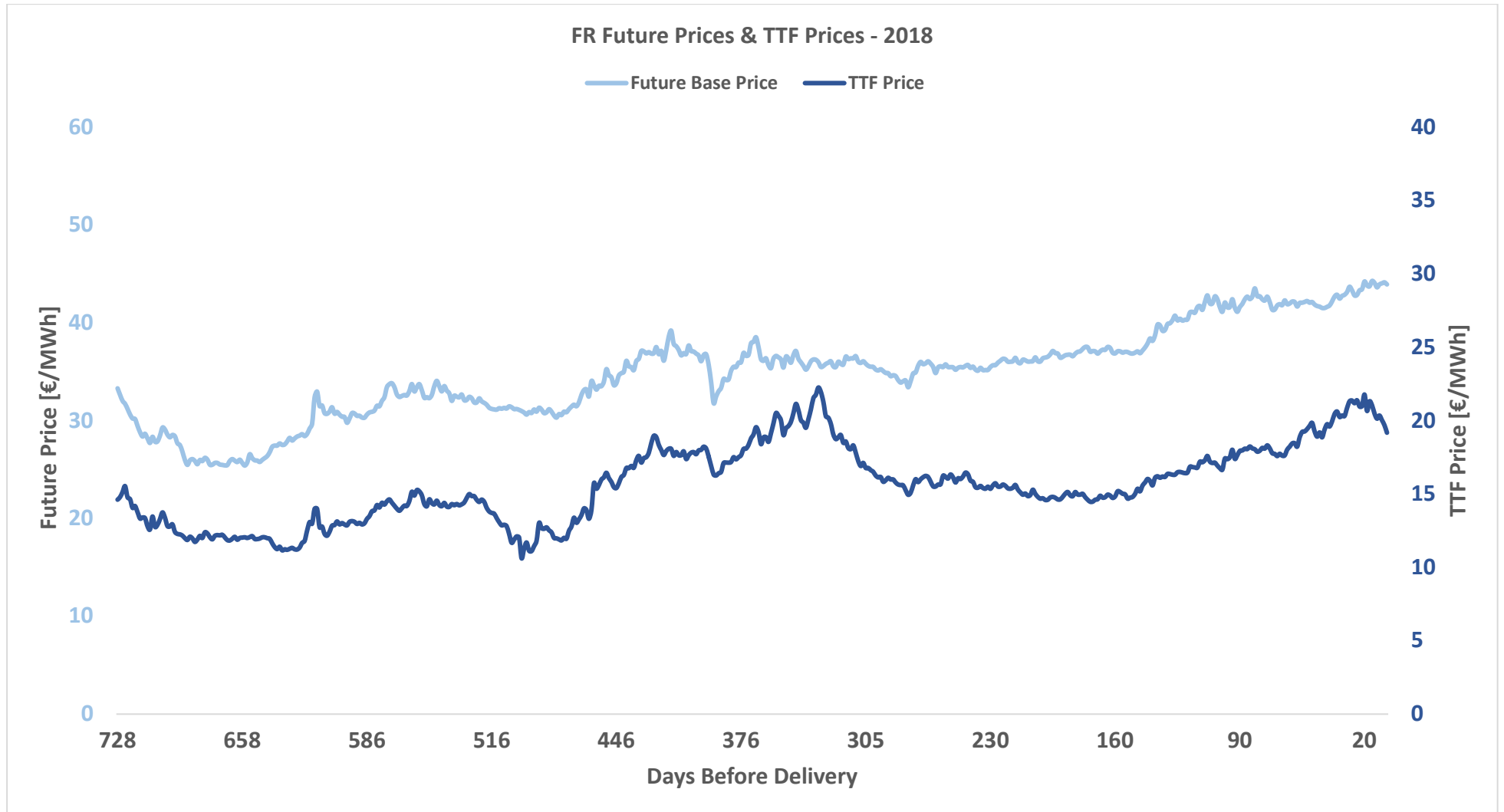
## ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΤΩΝ ΣΜΕ



Σχήμα 5.86: Χρονολογική εξέλιξη ετήσιων τιμών ΣΜΕ φυσικού αερίου και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας για το έτος 2017

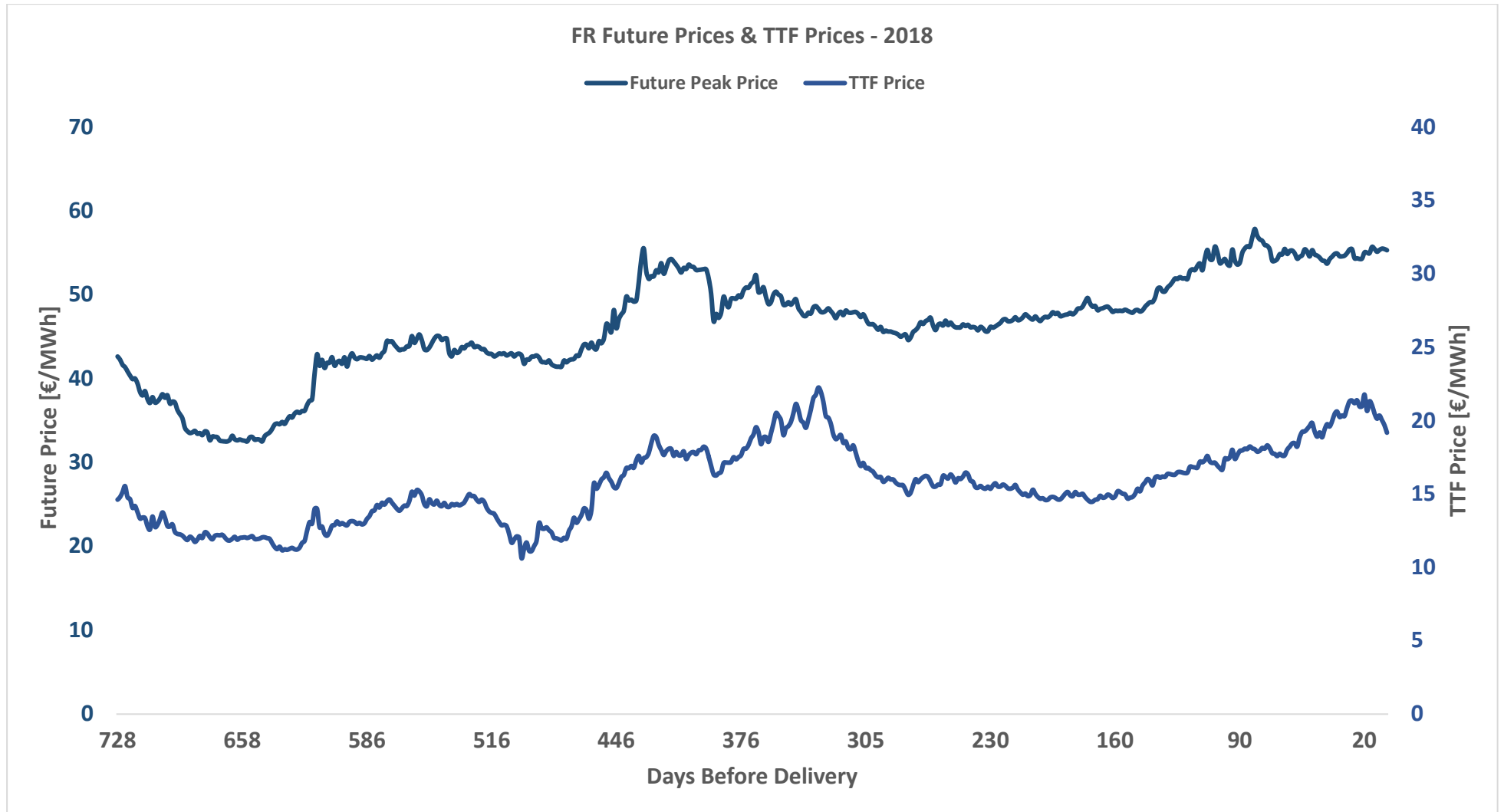


## ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΤΩΝ ΣΜΕ



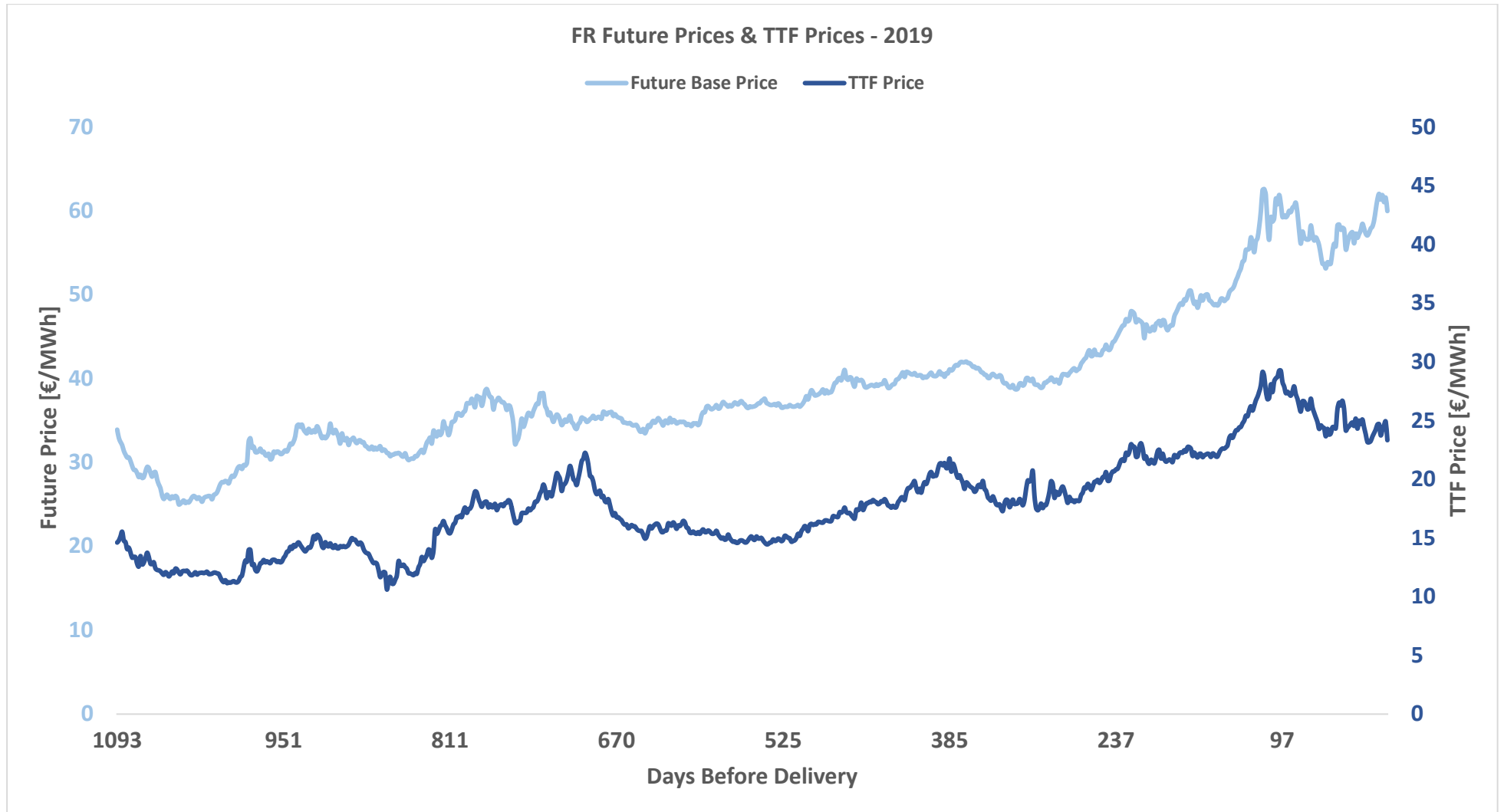
Σχήμα 5.87: Χρονολογική εξέλιξη ετήσιων τιμών ΣΜΕ φυσικού αερίου και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας για το έτος 2018

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΤΩΝ ΣΜΕ



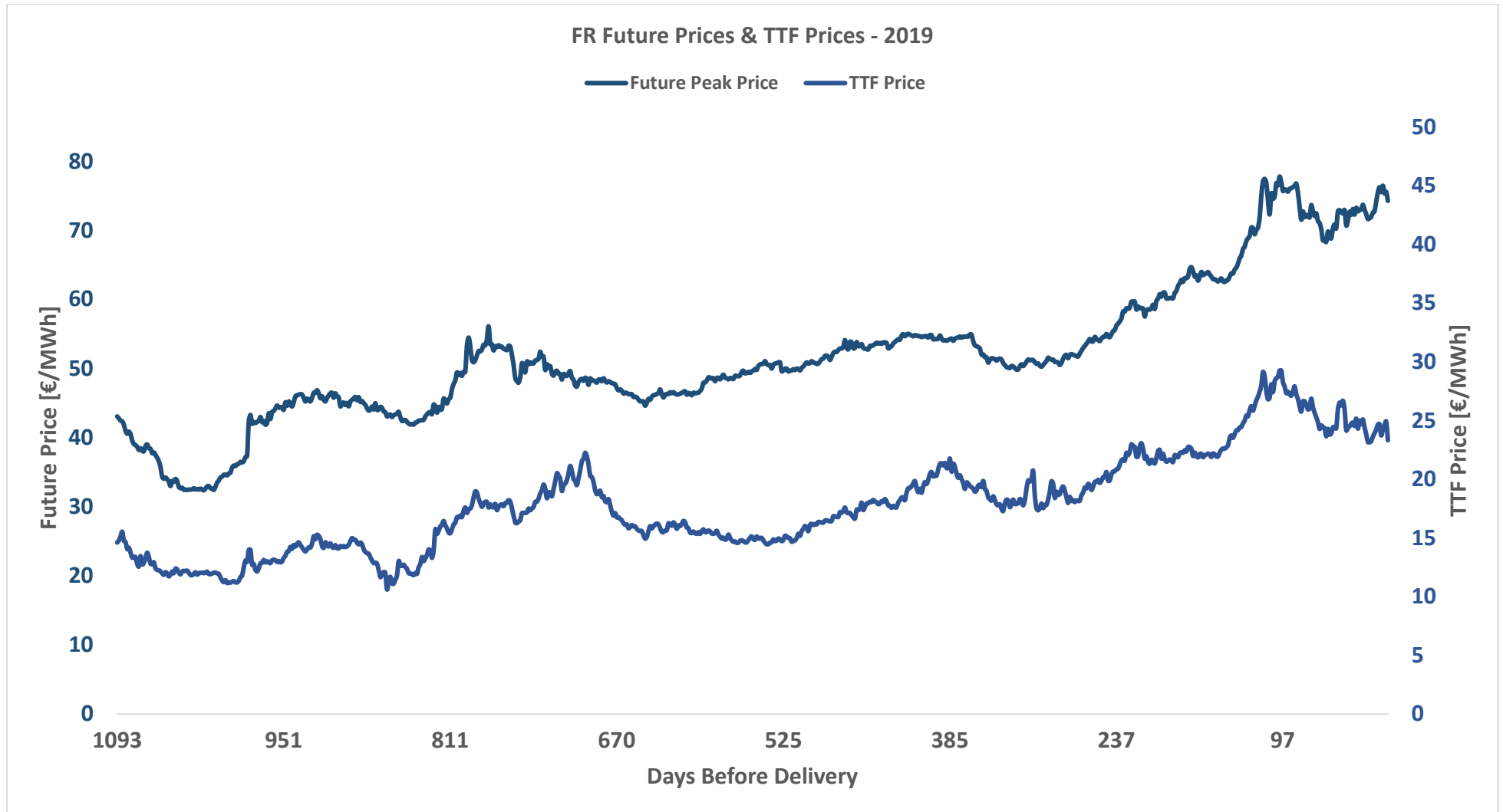
Σχήμα 5.88: Χρονολογική εξέλιξη ετήσιων τιμών ΣΜΕ φυσικού αερίου και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας για το έτος 2018

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΤΩΝ ΣΜΕ



Σχήμα 5.89: Χρονολογική εξέλιξη ετήσιων τιμών ΣΜΕ φυσικού αερίου και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας για το έτος 2019

## ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΤΩΝ ΣΜΕ



Σχήμα 5.90: Χρονολογική εξέλιξη ετήσιων τιμών ΣΜΕ φυσικού αερίου και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας για το έτος 2019

## 5.2. Η επιρροή του κόστους των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στα ετήσια συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης στην ενέργεια

Το Σύστημα Εμπορίας Εκπομπών της Ευρωπαϊκής Ένωσης (EU ETS), ήταν το πρώτο μεγάλο σύστημα εμπορίας εκπομπών αερίων θερμοκηπίου στον κόσμο και παραμένει το μεγαλύτερο<sup>1</sup>. Ξεκίνησε το 2005 για την καταπολέμηση της υπερθέρμανσης του πλανήτη και αποτελεί βασικό πυλώνα της ενεργειακής πολιτικής της ΕΕ<sup>2</sup>. Από το 2013, το EU ETS καλύπτει περισσότερα από 11.000 εργοστάσια, σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής και άλλες εγκαταστάσεις με καθαρή υπέρβαση θερμότητας 20 MW σε 31 χώρες - και τα 27 κράτη μέλη της ΕΕ - συν την Ισλανδία, τη Νορβηγία, το Λιχτενστάιν και το Ηνωμένο Βασίλειο. Το 2008, οι εγκαταστάσεις που διέθετε το EU ETS ήταν συλλογικά υπεύθυνες για σχεδόν το ήμισυ των ανθρωπογενών εκπομπών CO<sub>2</sub> της ΕΕ και το 40% των συνολικών εκπομπών αερίων θερμοκηπίου<sup>3</sup>. Μέχρι το 2020, η ΕΕ ελπίζει να μειώσει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά 20% σε σύγκριση με το 1990 και να αυξήσει την ενεργειακή απόδοση κατά 20%. Μια μελέτη του 2020 υπολόγισε ότι το EU ETS είχε μειώσει τις εκπομπές CO<sub>2</sub> κατά περισσότερο από 1 δισεκατομμύριο τόνους μεταξύ 2008 και 2016 ή 3,8% των συνολικών εκπομπών σε ολόκληρη την ΕΕ<sup>4</sup>.

Το σύστημα EU ETS θεσπίζει μηχανισμό για την εμπορία δικαιωμάτων εκπομπής εντός της Κοινότητας του. Η βασική ιδέα πίσω από το σύστημα διαπραγμάτευσης είναι ότι:

- κάθε χώρα της ΕΕ κατανέμει δικαιώματα εκπομπής CO<sub>2</sub> σε επιχειρήσεις που συμμετέχουν στους τομείς, και κάθε επιχείρηση πρέπει να παραδώσει δικαιώματα για κάθε τόνο CO<sub>2</sub> που εκπέμπει.
- εάν μια επιχείρηση αποτύχει να παραδώσει τον απαιτούμενο αριθμό δικαιωμάτων, αντιμετωπίζει ποινή και εξακολουθεί να έχει την υποχρέωση να αποκτήσει και να παραδώσει το έλλειμμα δικαιωμάτων.
- το σύνολο των δυνατοτήτων εκπομπών μπορεί να διαβαθμιστεί με επαρκή κατανομή.

---

<sup>1</sup> Ellerman, A., Denny; Buchner, Barbara K. (January 2007). "The European Union Emissions Trading Scheme: Origins, Allocation, and Early Results". *Review of Environmental Economics and Policy*. 1 (1): 66–87. doi:10.1093/reep/rem003

<sup>2</sup> European Commission Climate Action, Emissions Trading System

<sup>3</sup> Wagner, M.: *Firms, the Framework Convention on Climate Change & the EU Emissions Trading System. Corporate Energy Management Strategies to Address Climate Change and GHG Emissions in the European Union*. Lüneburg: Centre for Sustainability Management, 2004, p.12

<sup>4</sup> Bayer, Patrick; Aklin, Michaël (2 April 2020)

## ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΤΩΝ ΣΜΕ

Το προαναφερθέν σύστημα υπονοεί την ύπαρξη ενός ορίου στο επίπεδο των εκπομπών από τους σχετικούς τομείς της οικονομίας, μειώνοντας το επίπεδο των εκπομπών σε σχέση με τα ιστορικά επίπεδα. Δεδομένου ότι υπάρχουν λιγότερα δικαιώματα από την ποσότητα CO<sub>2</sub> που φυσικά θα εξέπεμπαν οι εταιρείες απουσία του ETS, τα δικαιώματα υπολογίζουν μια τιμή ελλείματος και ως εκ τούτου μια τιμή στην αγορά CO<sub>2</sub>.

Ο σκοπός του προγράμματος είναι ότι αυτό το κόστος ευκαιρίας του CO<sub>2</sub> πρέπει να αλλάξει τα κίνητρα μέσω της οικονομίας. Οι εταιρείες σε όλους τους συμμετέχοντες τομείς θα έχουν κίνητρα να εκπέμπουν λιγότερο CO<sub>2</sub> (τόσο μέσω της αντικατάστασης καυσίμων όσο και της ανάπτυξης καθαρότερων τεχνολογιών) και στο βαθμό που συνεχίζουν να εκπέμπουν CO<sub>2</sub> θα αντικατοπτρίζουν το κόστος ευκαιρίας του CO<sub>2</sub> στις τιμές της παραγωγής τους έτσι ώστε οι καταναλωτές να αντιμετωπίσουν υψηλότερες τιμές και ως εκ τούτου να καταναλώνουν λιγότερα από αυτά τα προϊόντα. Ολόκληρος ο σκοπός του καθεστώτος είναι οι τιμές να αλλάζουν ώστε να αντικατοπτρίζουν το οριακό κόστος του CO<sub>2</sub>. Οι τιμές επηρεάζουν τη συμπεριφορά και τελικά κάποιο στοιχείο συμπεριφοράς πρέπει να αλλάξει εάν πρόκειται να μειωθούν οι εκπομπές CO<sub>2</sub>.

Για έναν παραγωγό ηλεκτρικής ενέργειας, το EU ETS προσθέτει μια πρόσθετη είσοδο κόστους στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, η ποσότητα του οποίου σχετίζεται άμεσα με την περιεκτικότητα σε άνθρακα του εν λόγω καυσίμου αλλά και με το βαθμό απόδοσης της θερμικής μηχανής παραγωγής. Κάθε παραγωγός έχει την υποχρέωση να εξασφαλίζει τα αντίστοιχα δικαιώματα εκπομπής CO<sub>2</sub> για κάθε τόνο CO<sub>2</sub> που εκπέμπει μέσω του μηχανισμού EU ETS. Το κόστος ευκαιρίας στην αγορά της ηλεκτρικής ενέργειας γεννάται από το γεγονός ότι ο παραγωγός έχει τη δυνατότητα να στερήθηκε την ευκαιρία να πουλήσει το επίδομα εκπομπής. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την εξάπλωση των σταθμών παραγωγής με καύσιμο το φυσικό αέριο και την αντικατάσταση της ρυπογόνου τεχνολογίας με καύσιμο το άνθρακα από άλλες μορφές παραγωγής.

Όπως φαίνεται από τα αναλυτικά αποτελέσματα που ακολουθούν, για κόστος εκπομπών μέχρι 10 €/t ο συσχετισμός μεταξύ τιμών ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας και ΣΜΕ εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα είναι πολύ μικρός. Αντιθέτως, για μεγαλύτερες τιμές εκπομπών ανά τόνο, ο συσχετισμός γίνεται ολοένα και μεγαλύτερος φτάνοντας σε απόλυτα γραμμικά επίπεδα μέχρι τα τέλη του 2019 όπου η τιμή έχει πλέον διαμορφωθεί πάνω από 20 €/t. Αυτό δείχνει, ότι η αβεβαιότητα πρόβλεψης της τιμής στα ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας μετατοπίζεται σε πρόβλεψη τιμής εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα<sup>1</sup>.

---

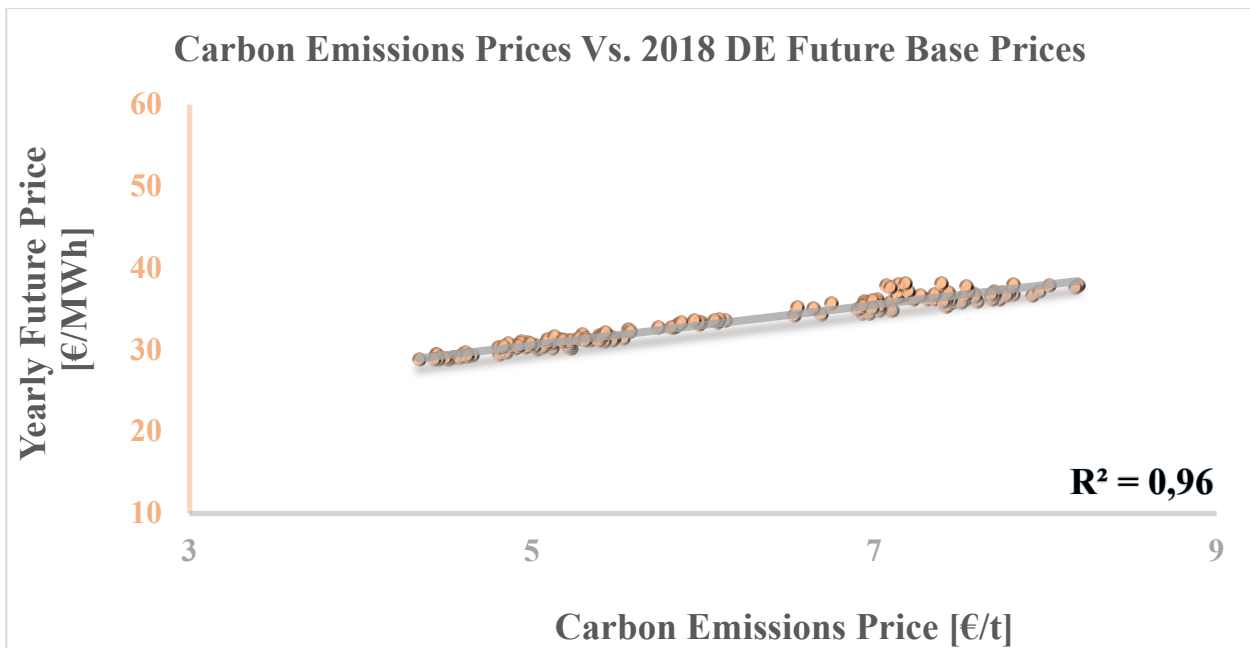
<sup>1</sup> Ιδιαίτερα σε ετήσια ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας καθώς ο παραγωγός υποχρεούται στο τέλος του έτους να παραδώσει, αγοράσει, τα αντίστοιχα δικαιώματα εκπομπής που εξέπεμψε στη διάρκεια του έτους

## ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΤΩΝ ΣΜΕ

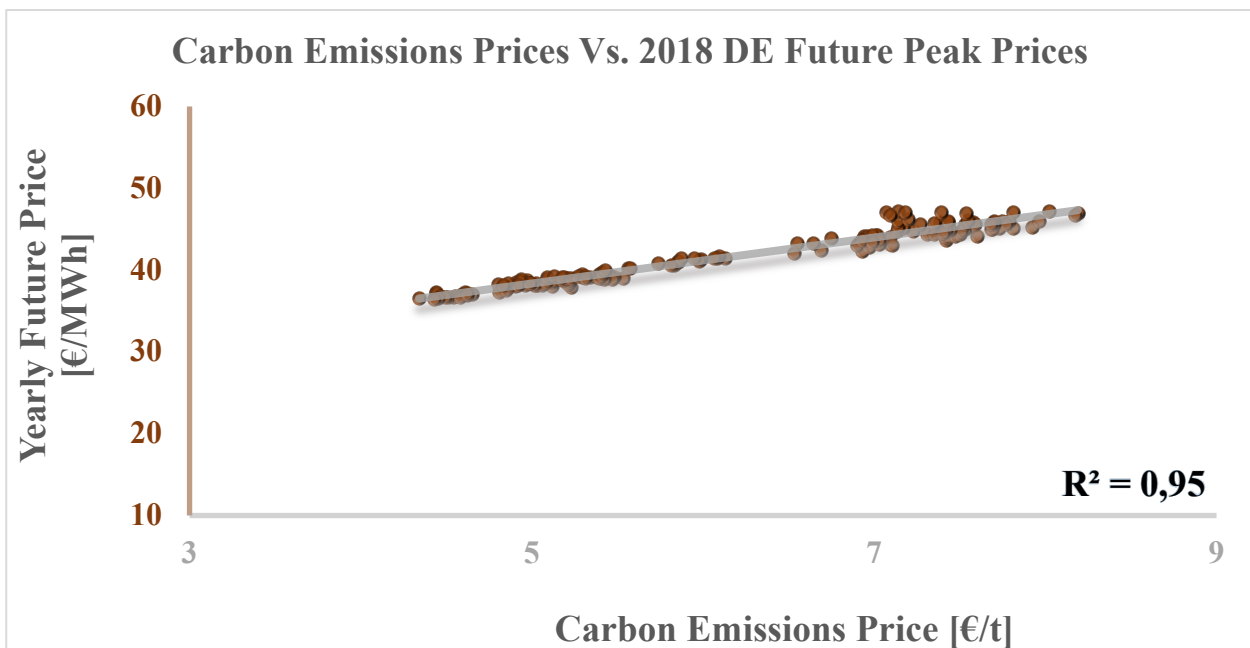
Πίνακας 5.4: Συσχετισμός μεταξύ ετήσιων ΣΜΕ εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και ετήσιων ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τις χώρες της Γερμανίας (DE) και Γαλλίας (FR) για τα έτη 2017-2019 με χρόνο αναφοράς: το μήνα της παράδοσης και, το έτος φυσικής παράδοσης ή οικονομικής εκκαθάρισης

Στην πρώτη στήλη διακρίνεται η κατηγοριοποίηση με βάση το χρόνο αναφοράς, στη δεύτερη ο τύπος του συμβολαίου, στην τρίτη η χώρα αναφοράς, στην τέταρτη το μέγεθος του δείγματος, στην πέμπτη η μέση τιμή των ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας σε €/MWh, ενώ στη συνέχεια, η παράμετρος  $R^2$  και  $r$  καθώς επίσης και η μέση τιμή των ΣΜΕ εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα σε €/t.

Future & CO <sub>2</sub> Price Pearson correlation coefficient							
Future	Type	Country	Sample	Mean	R-Square	r	CO <sub>2</sub> Mean
Y-1	Base	DE	424	39,62	0,91	0,95	11,87
Y-2	Base	DE	176	31,26	0,94	0,97	6,19
2018	Base	DE	174	33,46	0,96	0,98	6,17
2019	Base	DE	426	38,69	0,94	0,97	11,86
Y-1	Peak	DE	424	48,96	0,91	0,95	11,87
Y-2	Peak	DE	175	39,54	0,93	0,96	6,19
2018	Peak	DE	174	41,65	0,95	0,98	6,17
2019	Peak	DE	426	48,05	0,93	0,97	11,86
Y-1	Base	FR	760	40,15	0,75	0,86	9,00
Y-2	Base	FR	512	34,38	0,24	0,49	5,64
Y-3	Base	FR	257	31,74	0,03	0,17	5,41
2017	Base	FR	255	33,33	0,01	0,08	5,40
2018	Base	FR	510	34,84	0,29	0,54	5,63
2019	Base	FR	764	39,27	0,86	0,93	8,99
Y-1	Peak	FR	760	52,21	0,61	0,78	9,00
Y-2	Peak	FR	512	46,39	0,18	0,43	5,64
Y-3	Peak	FR	257	43,23	0,01	0,09	5,41
2017	Peak	FR	255	44,62	0,01	0,09	5,40
2018	Peak	FR	510	46,24	0,22	0,47	5,63
2019	Peak	FR	764	51,81	0,77	0,88	8,99

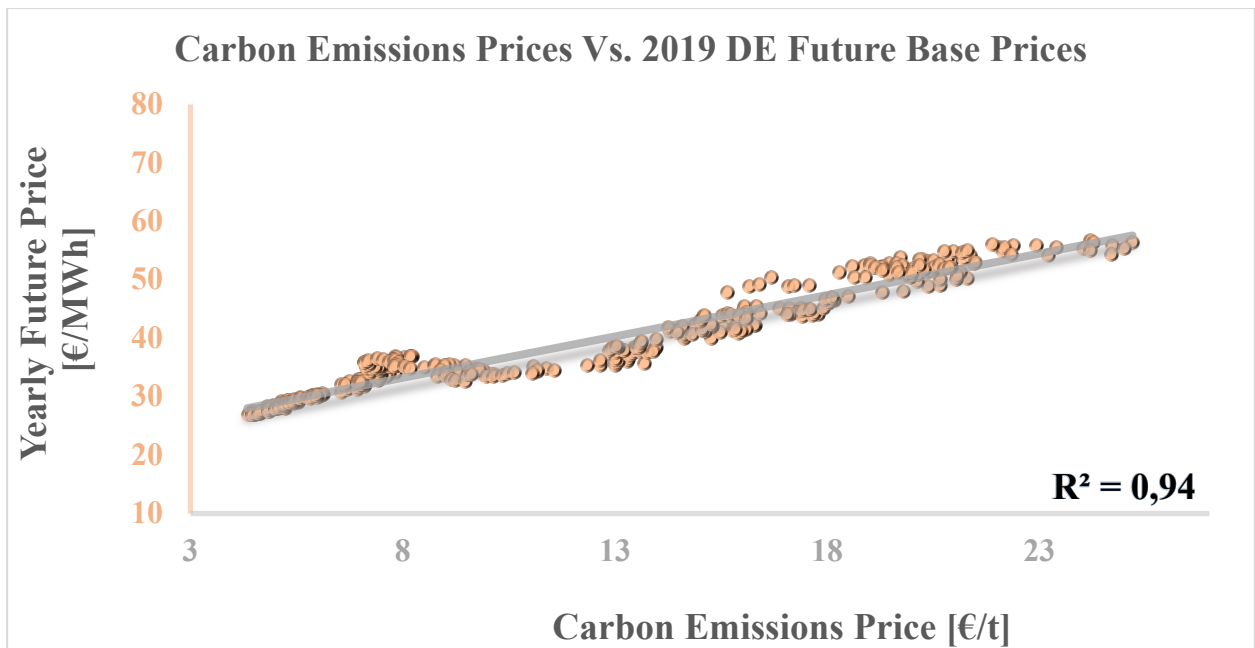


Σχήμα 5.91: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γερμανίας το έτος 2018

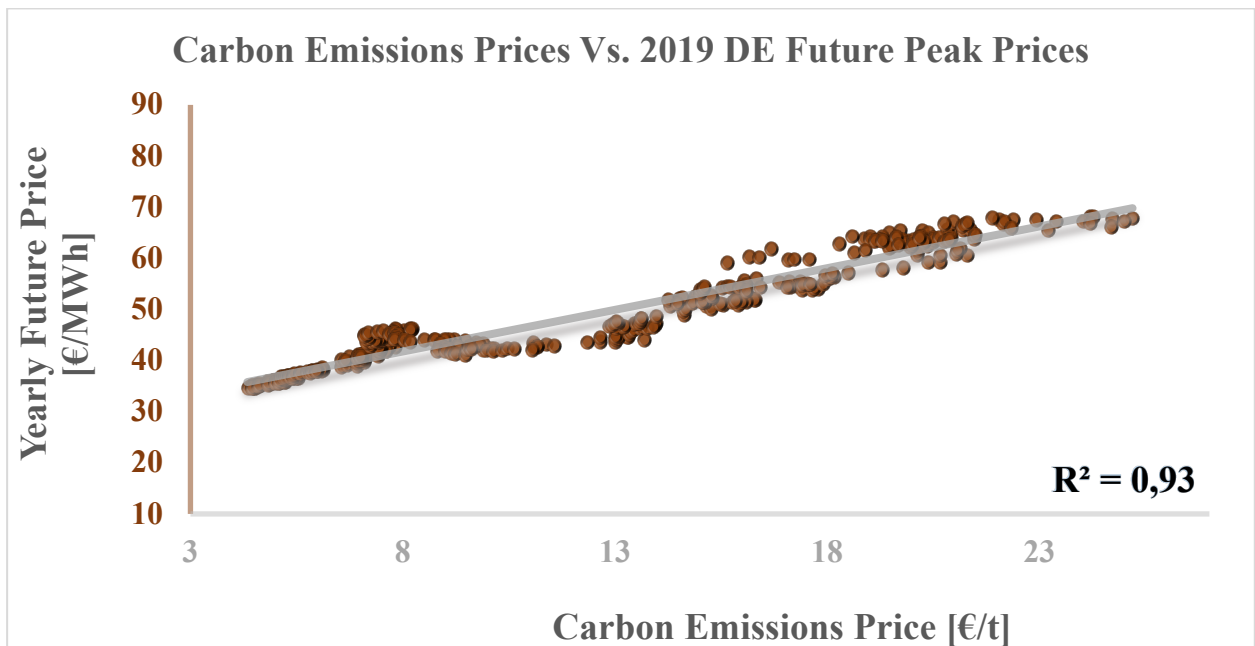


Σχήμα 5.92: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γερμανίας το έτος 2018

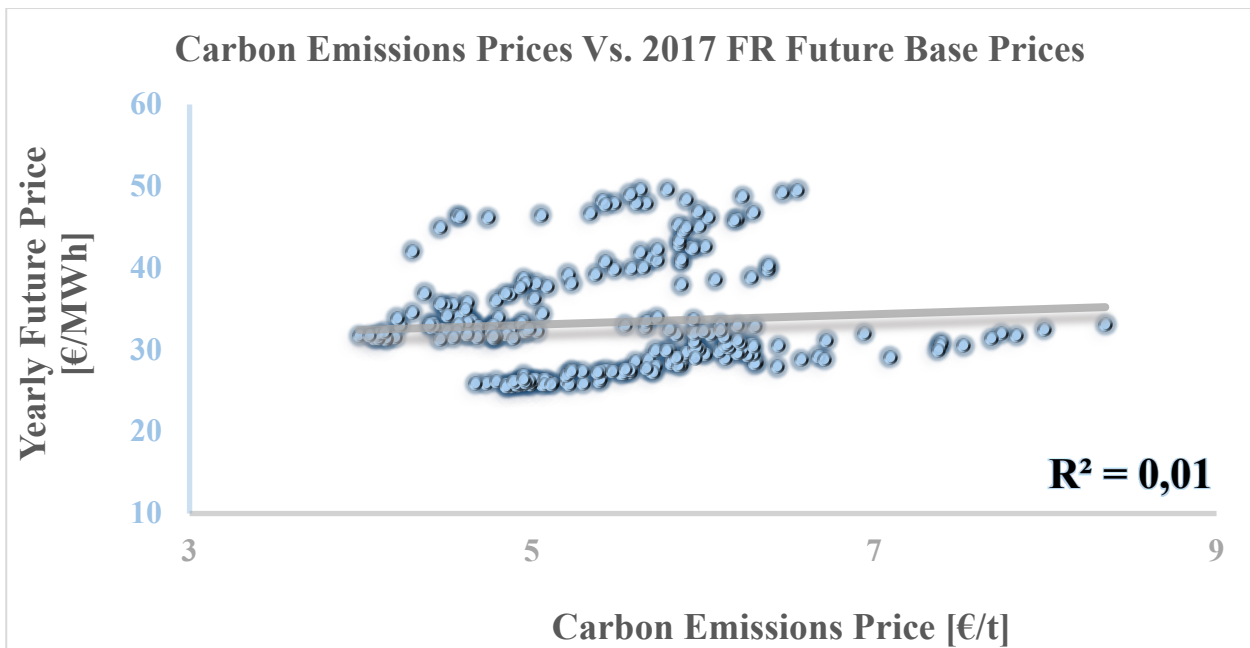




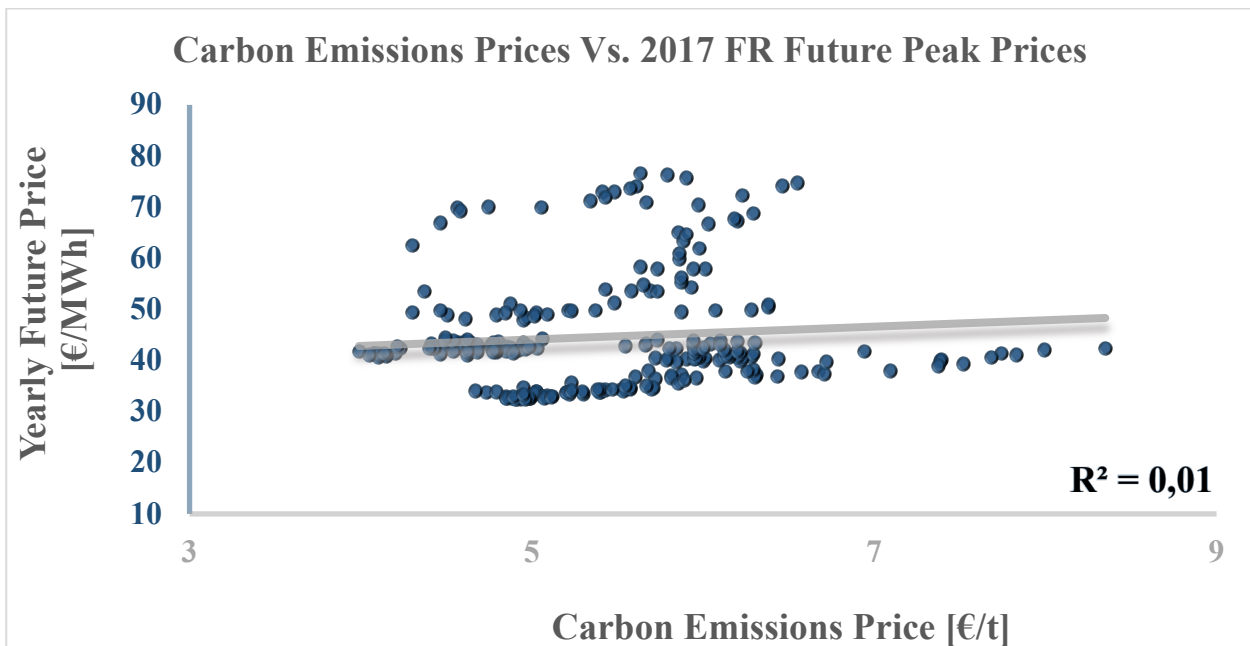
Σχήμα 5.93: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γερμανίας το έτος 2019



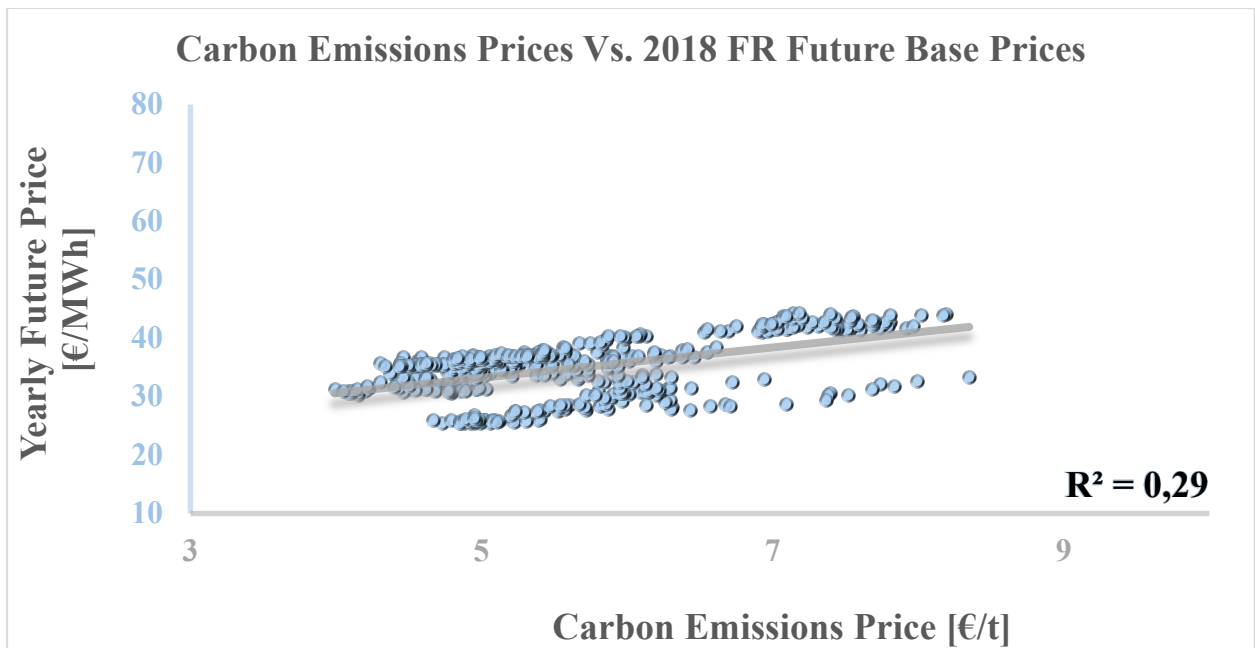
Σχήμα 5.94: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γερμανίας το έτος 2019



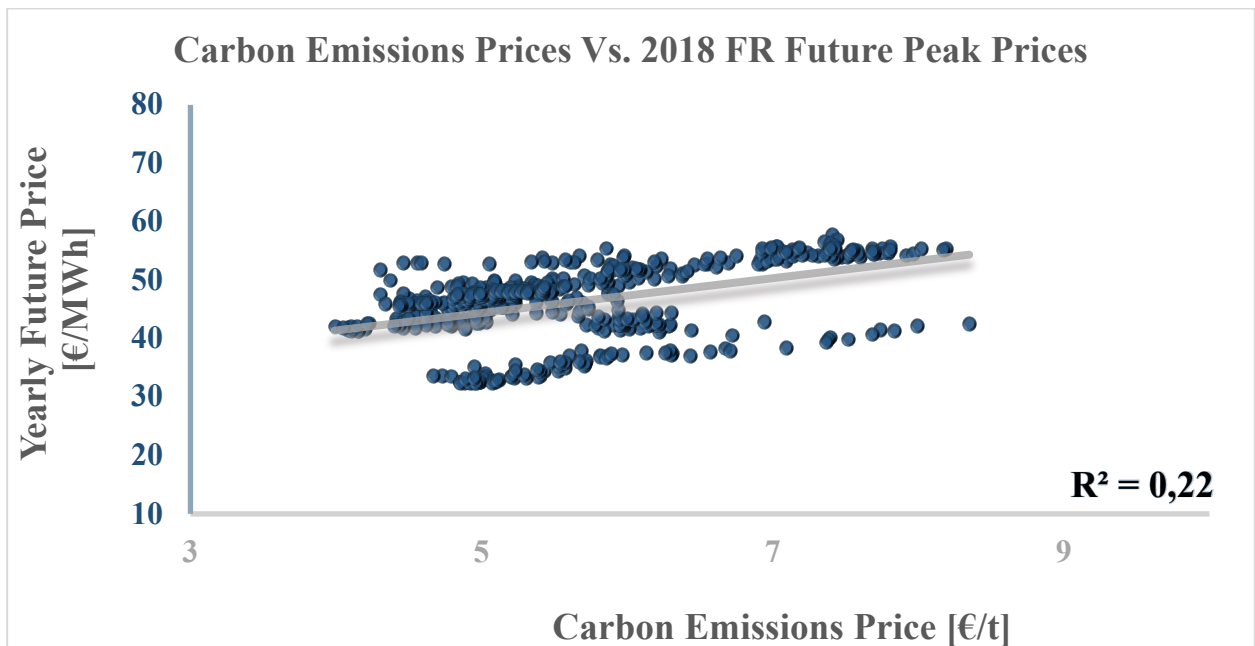
Σχήμα 5.95: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας το έτος 2017



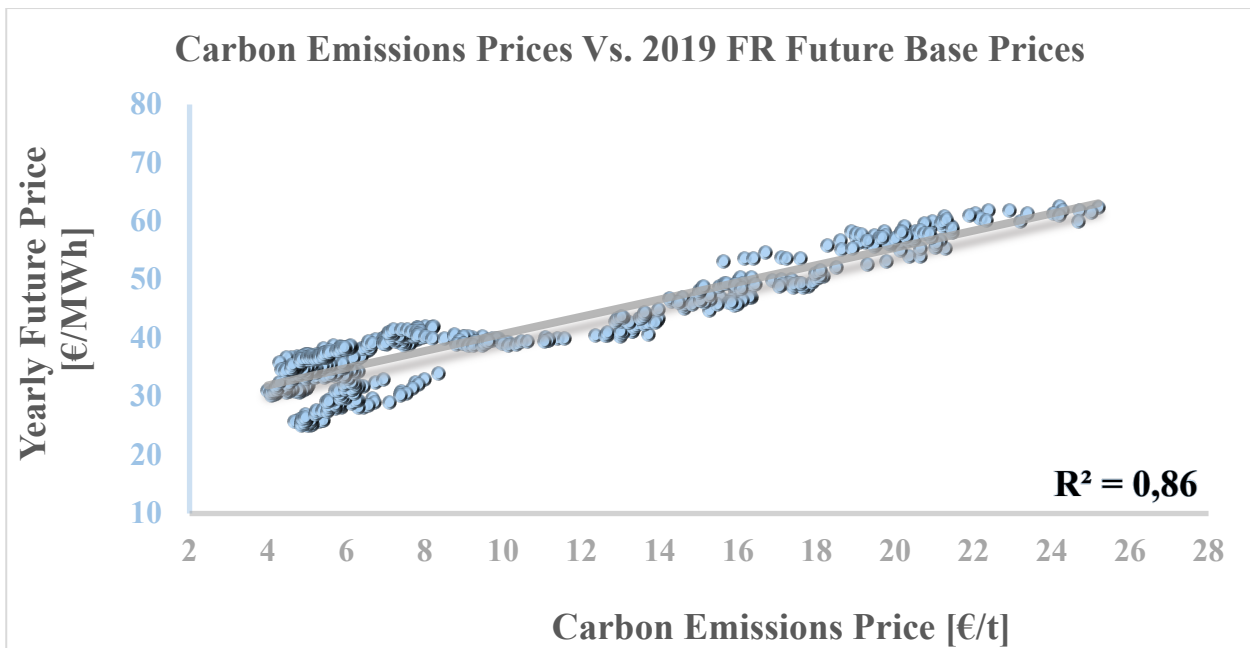
Σχήμα 5.96: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας το έτος 2017



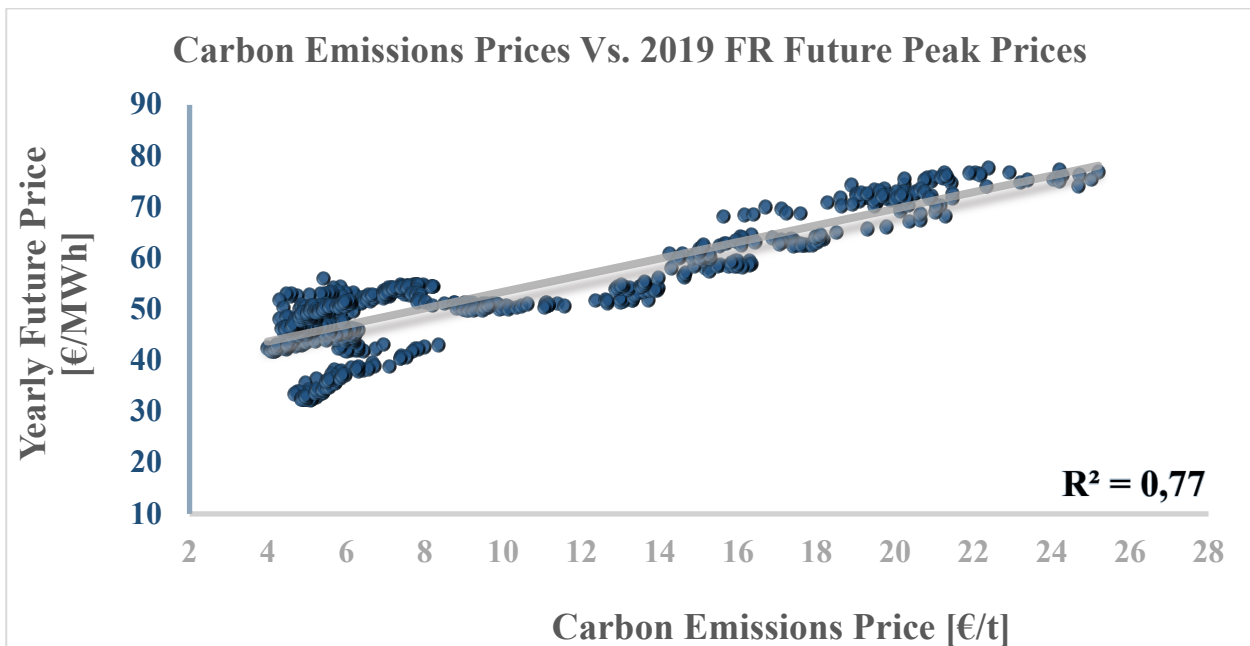
Σχήμα 5.97: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας το έτος 2018



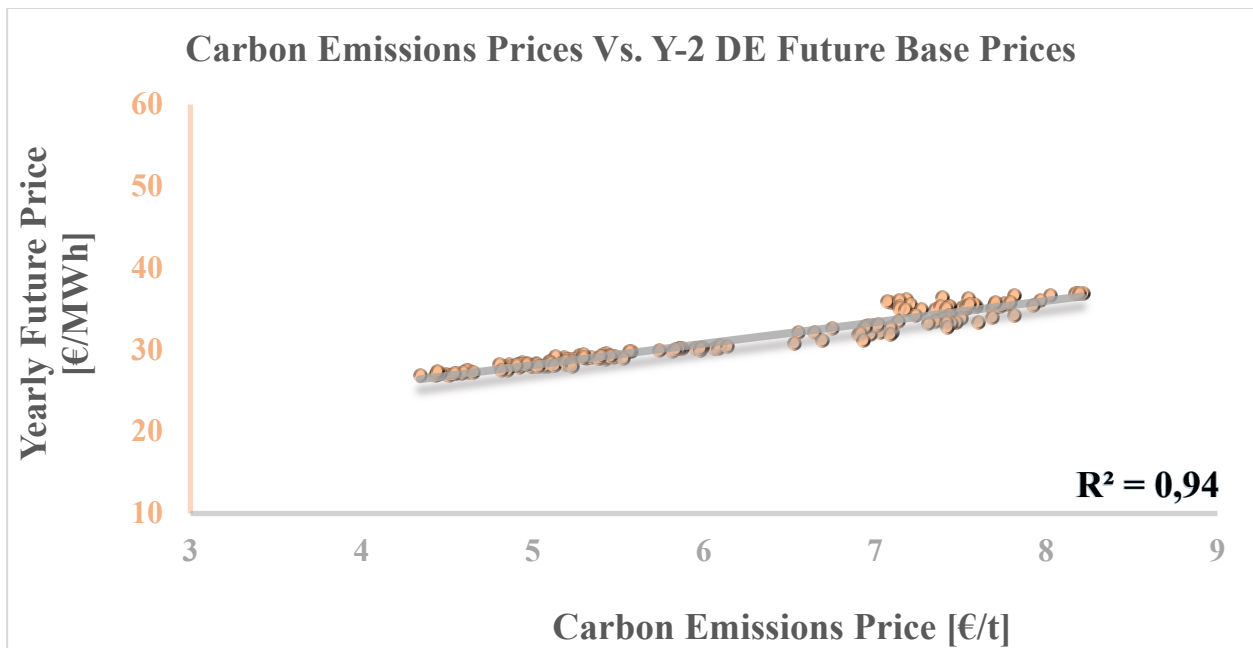
Σχήμα 5.98: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας το έτος 2018



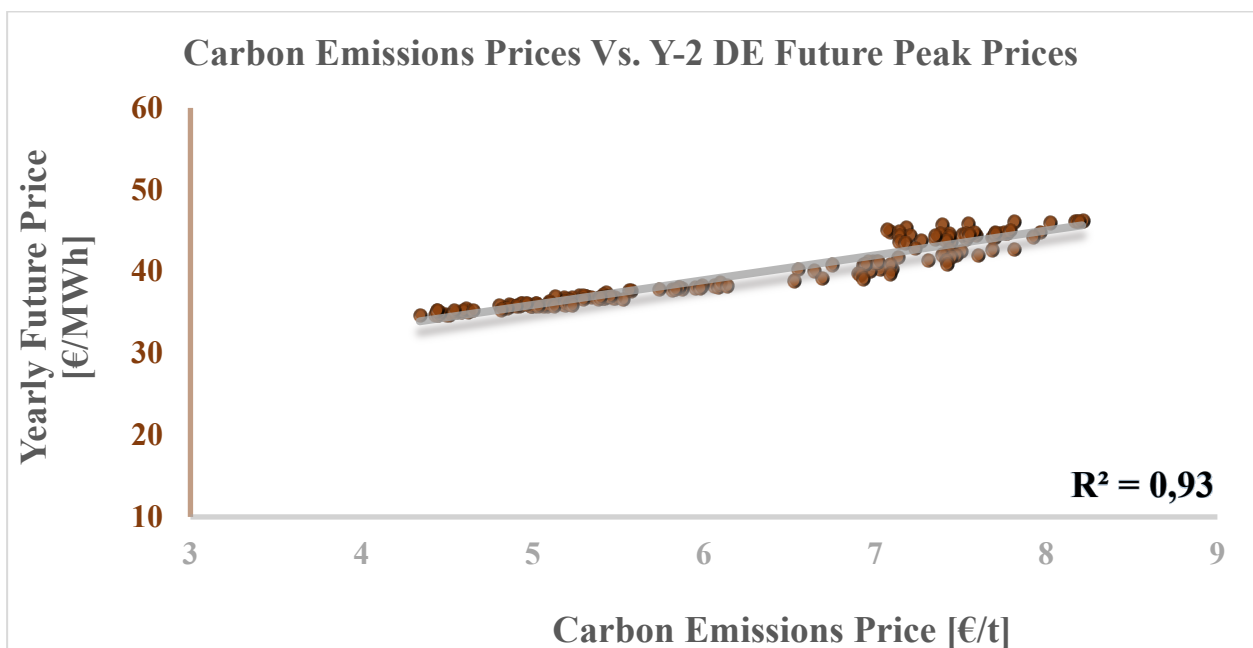
Σχήμα 5.99: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας το έτος 2019



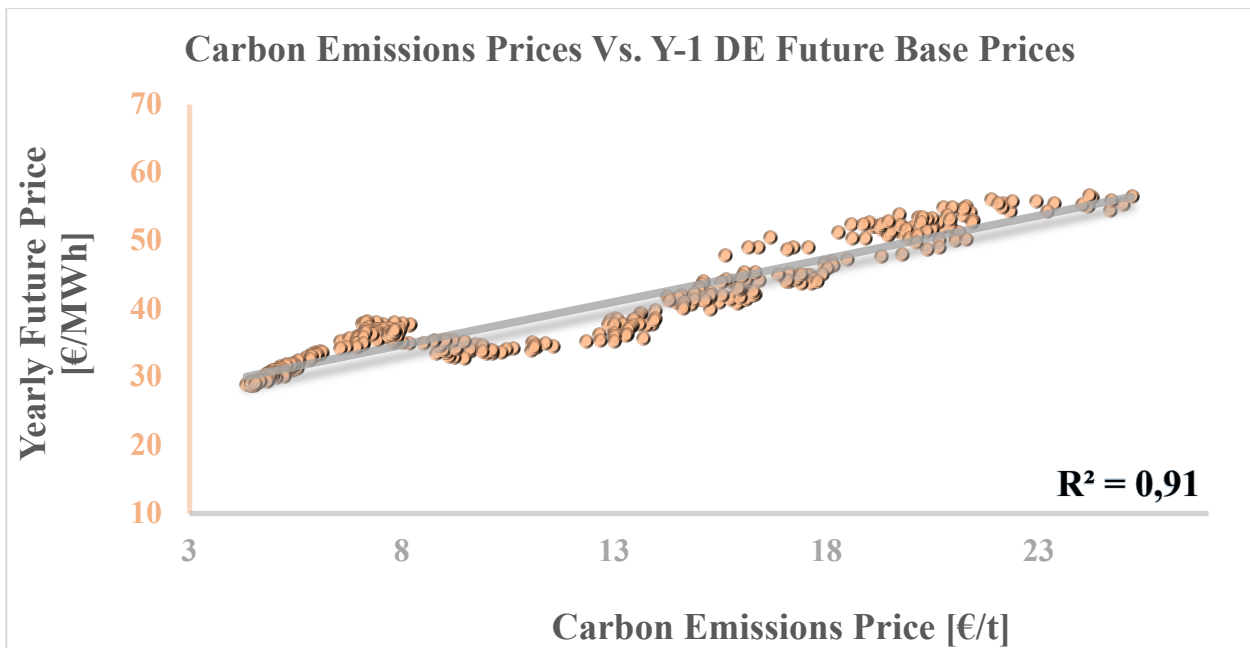
Σχήμα 5.100: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας το έτος 2019



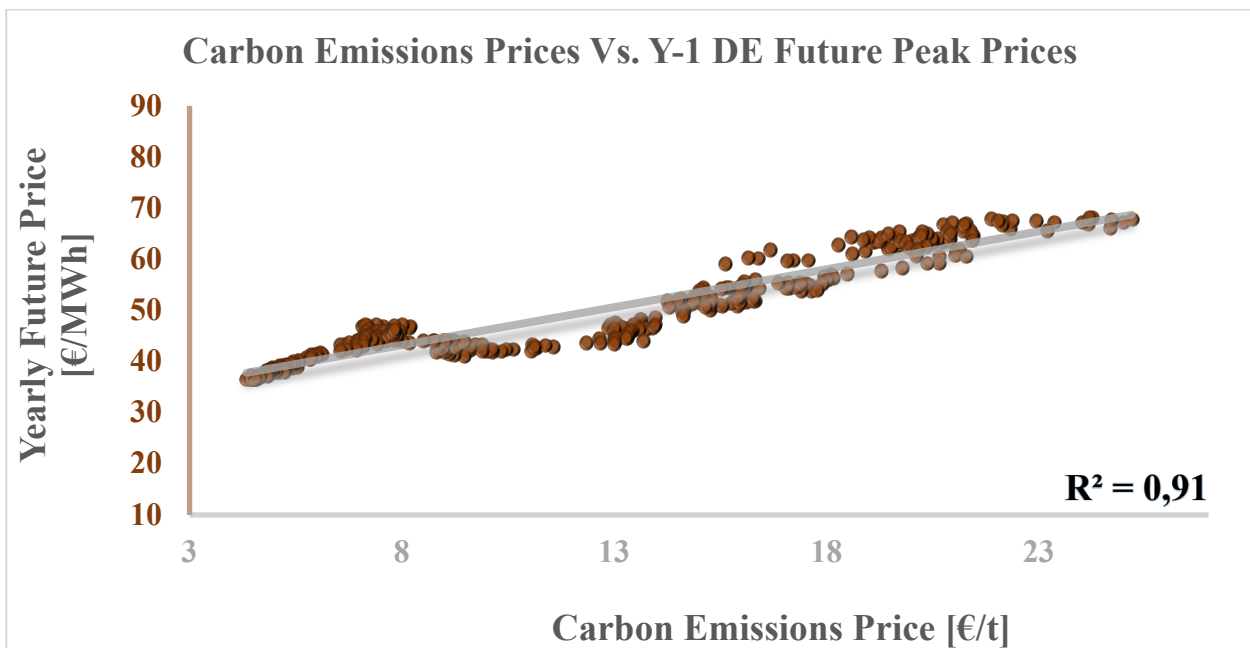
Σχήμα 5.101: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γερμανίας σε χρόνο διαπραγμαύτεσης δύο χρόνια πριν την φυσική παράδοση



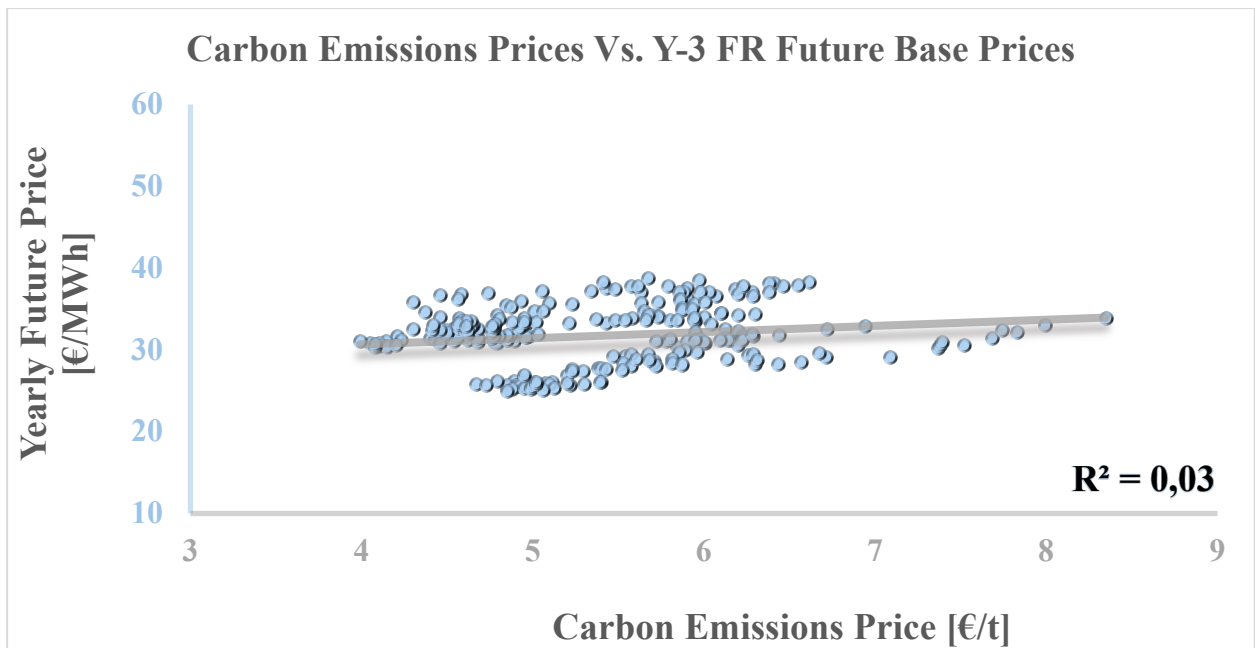
Σχήμα 5.102: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γερμανίας σε χρόνο διαπραγμαύτεσης δύο χρόνια πριν την φυσική παράδοση



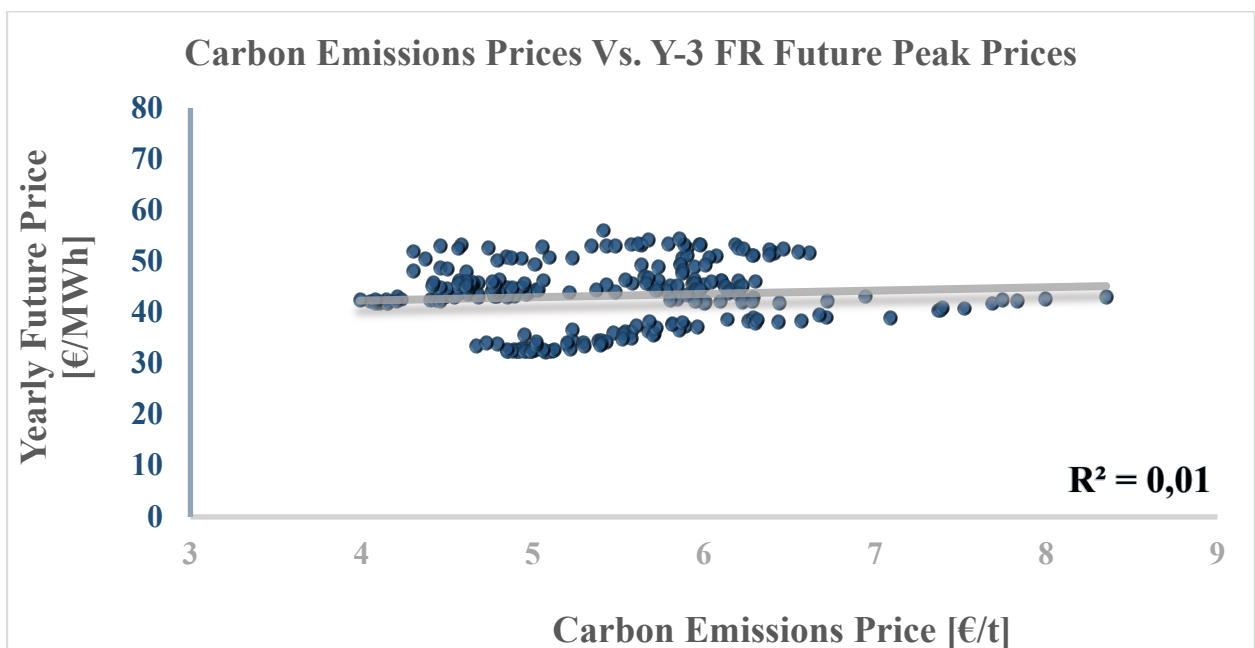
Σχήμα 5.103: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γερμανίας σε χρόνο διαπραγμαύτεσης ένα χρόνο πριν την φυσική παράδοση



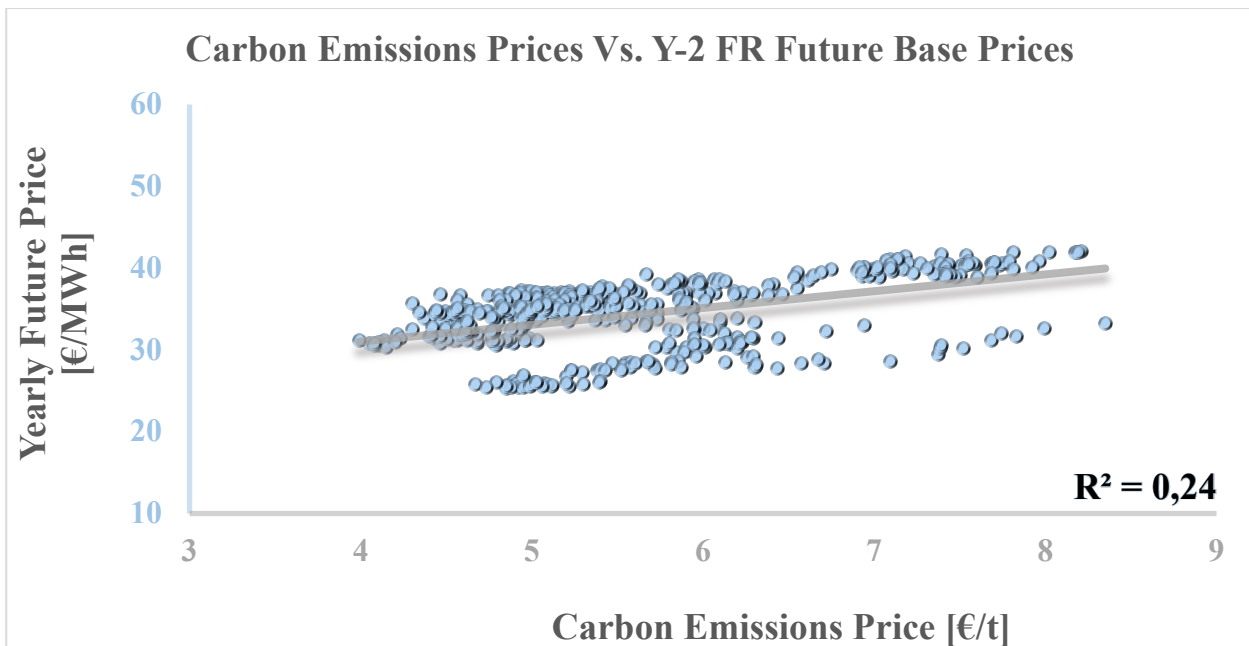
Σχήμα 5.104: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γερμανίας σε χρόνο διαπραγμαύτεσης ένα χρόνο πριν την φυσική παράδοση



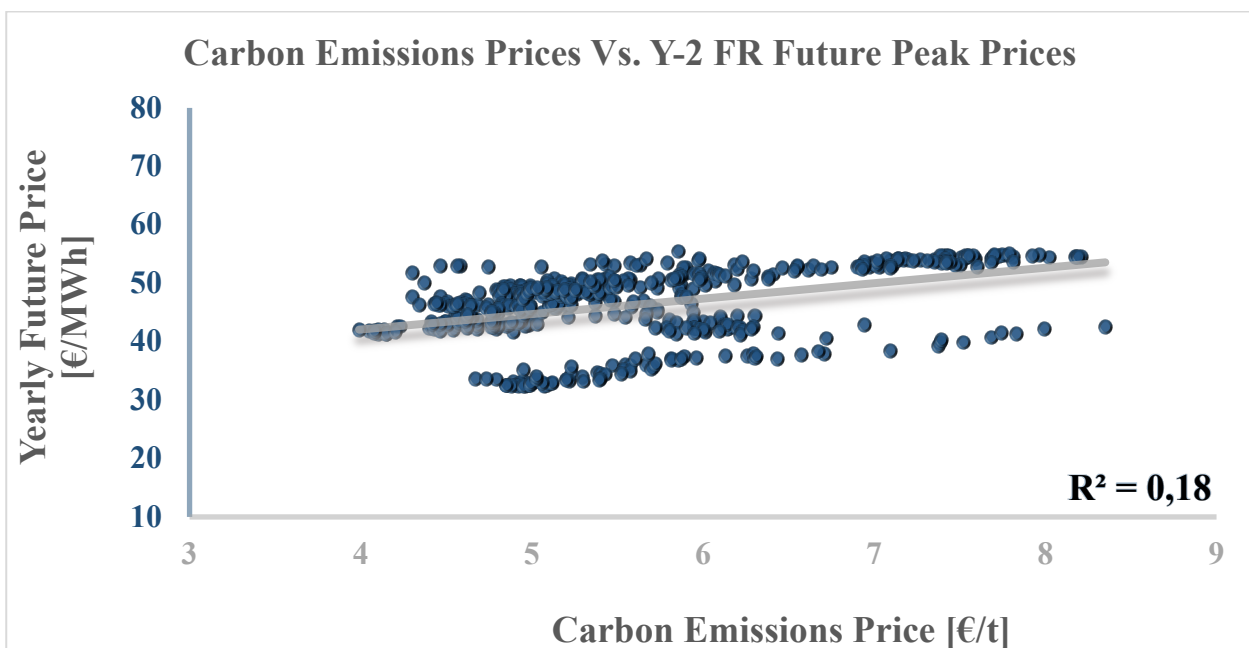
Σχήμα 5.105: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας σε χρόνο διαπραγμαύτεσης τρία χρόνια πριν την φυσική παράδοση



Σχήμα 5.106: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας σε χρόνο διαπραγμαύτεσης τρία χρόνια πριν την φυσική παράδοση

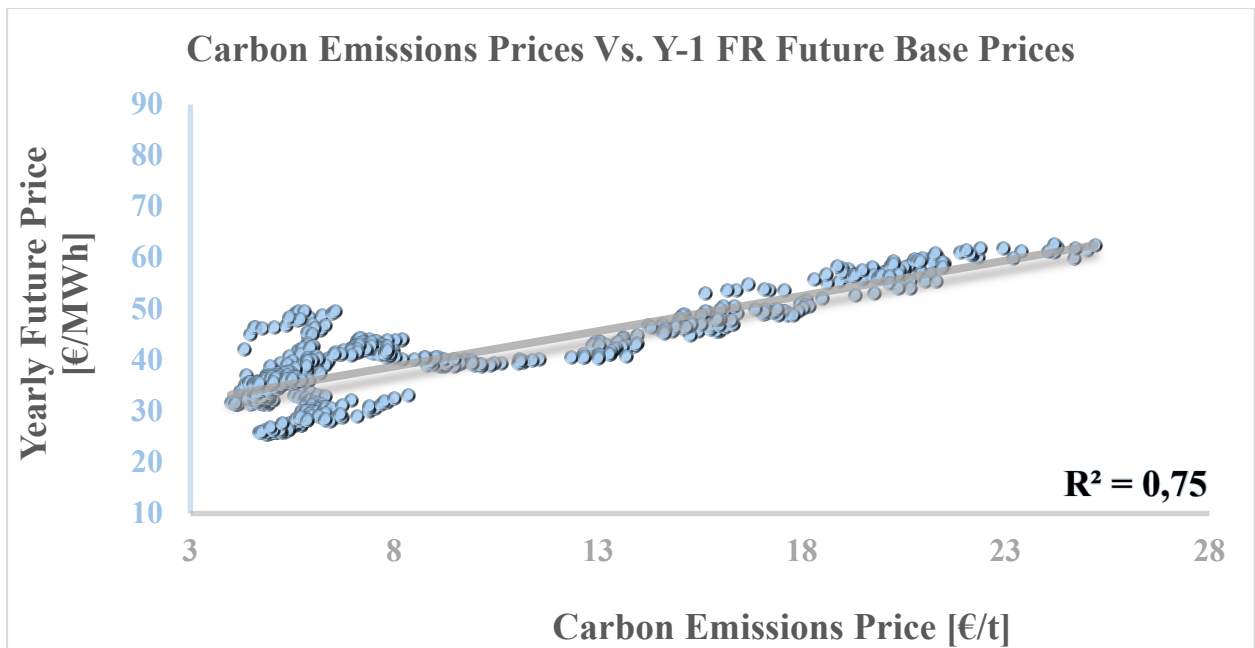


Σχήμα 5.107: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας σε χρόνο διαπραγμαύτωσης δύο χρόνια πριν την φυσική παράδοση

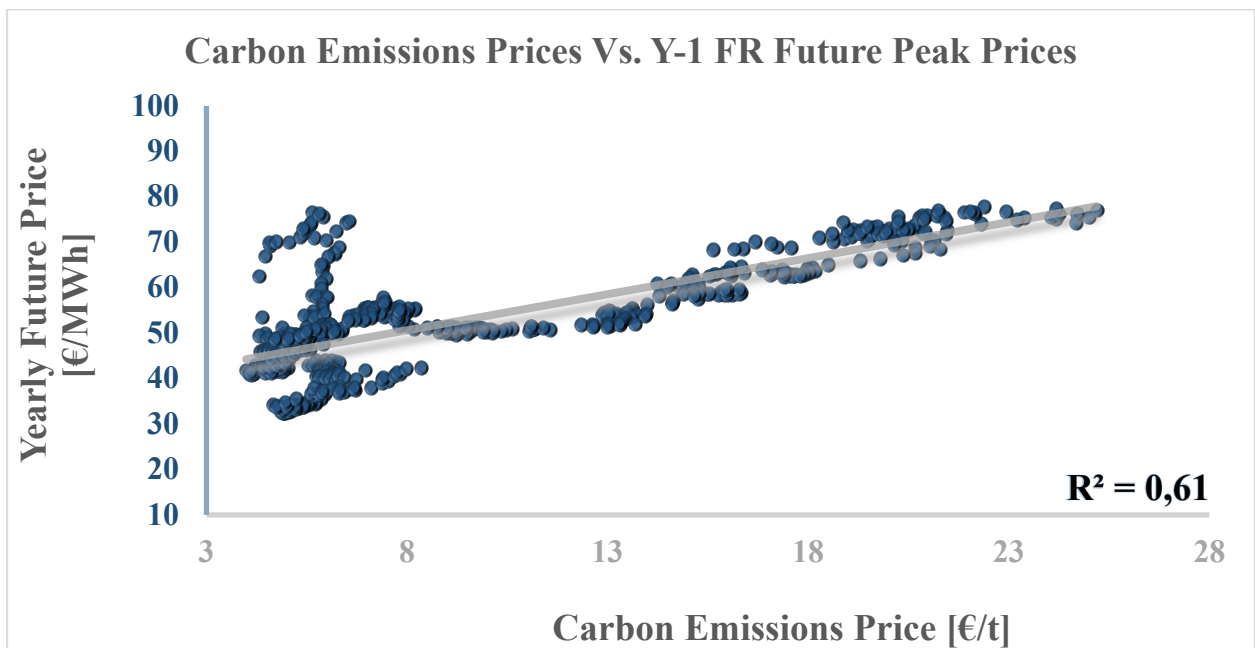


Σχήμα 5.108: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας σε χρόνο διαπραγμαύτωσης δύο χρόνια πριν την φυσική παράδοση



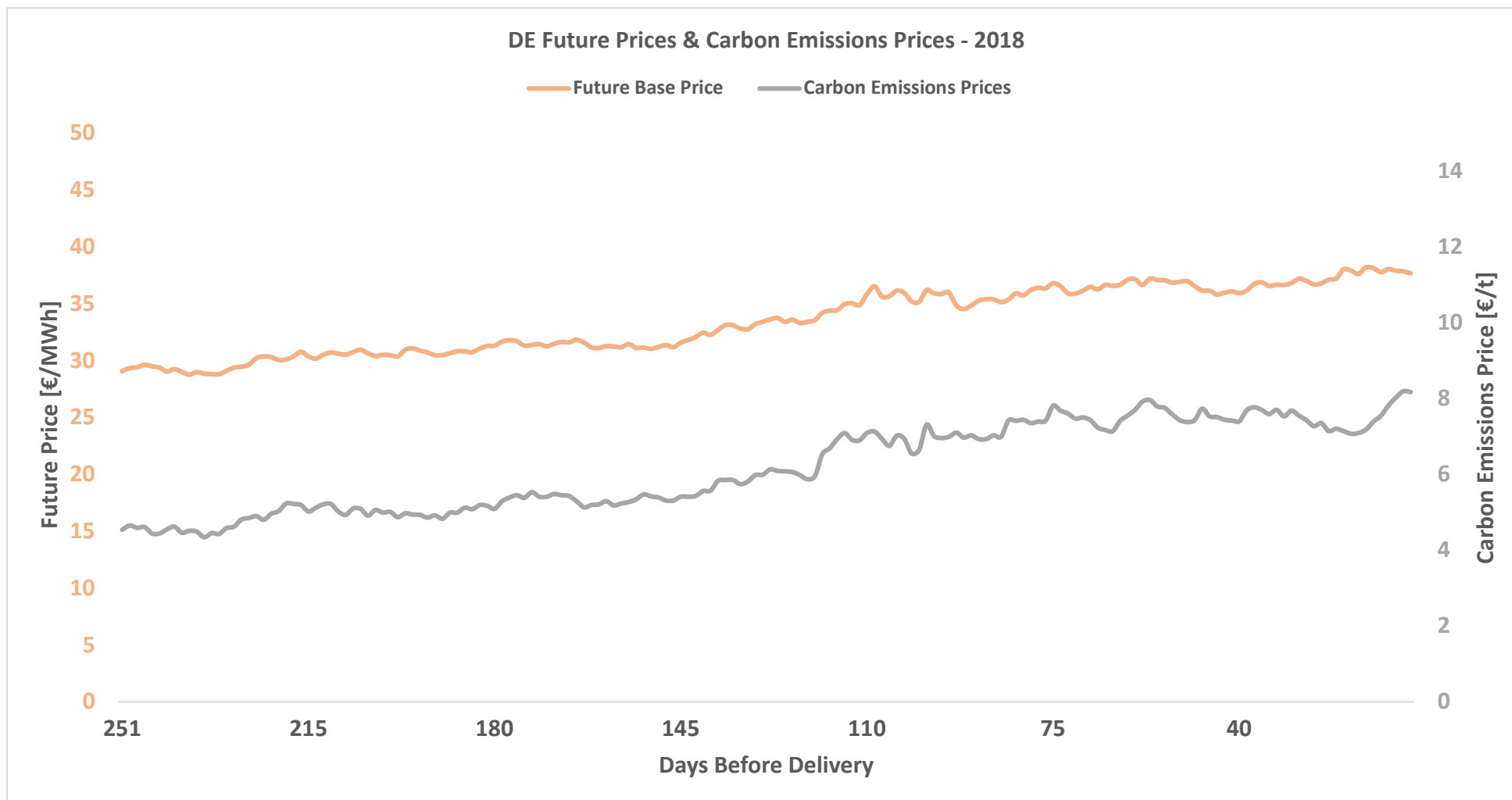


Σχήμα 5.109: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας σε χρόνο διαπραγμαύτεσης ένα χρόνο πριν την φυσική παράδοση



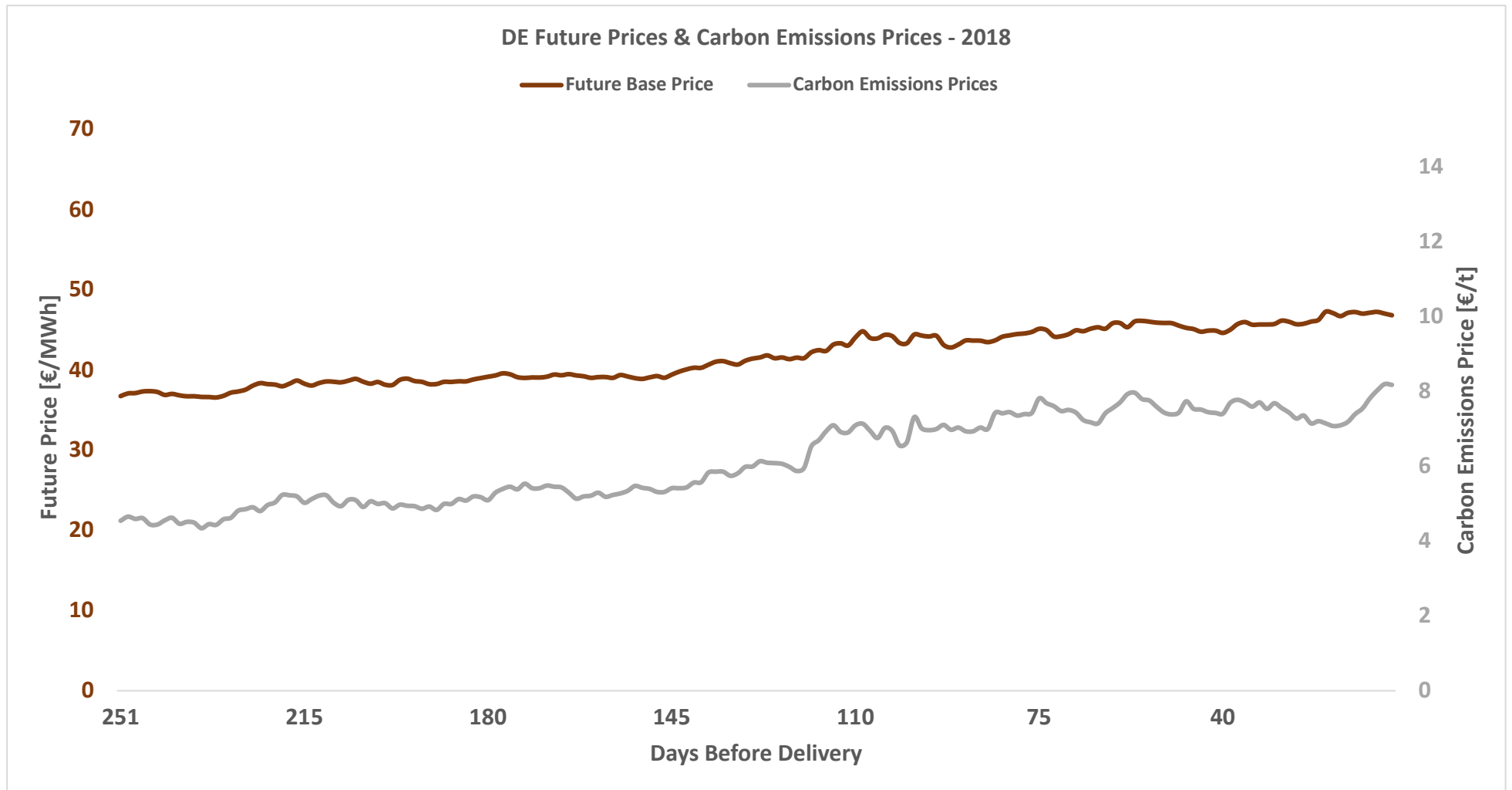
Σχήμα 5.110: Γραμμικός συσχετισμός ετήσιων τιμών ΣΜΕ εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας σε χρόνο διαπραγμαύτεσης ένα χρόνο πριν την φυσική παράδοση

## ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΤΩΝ ΣΜΕ



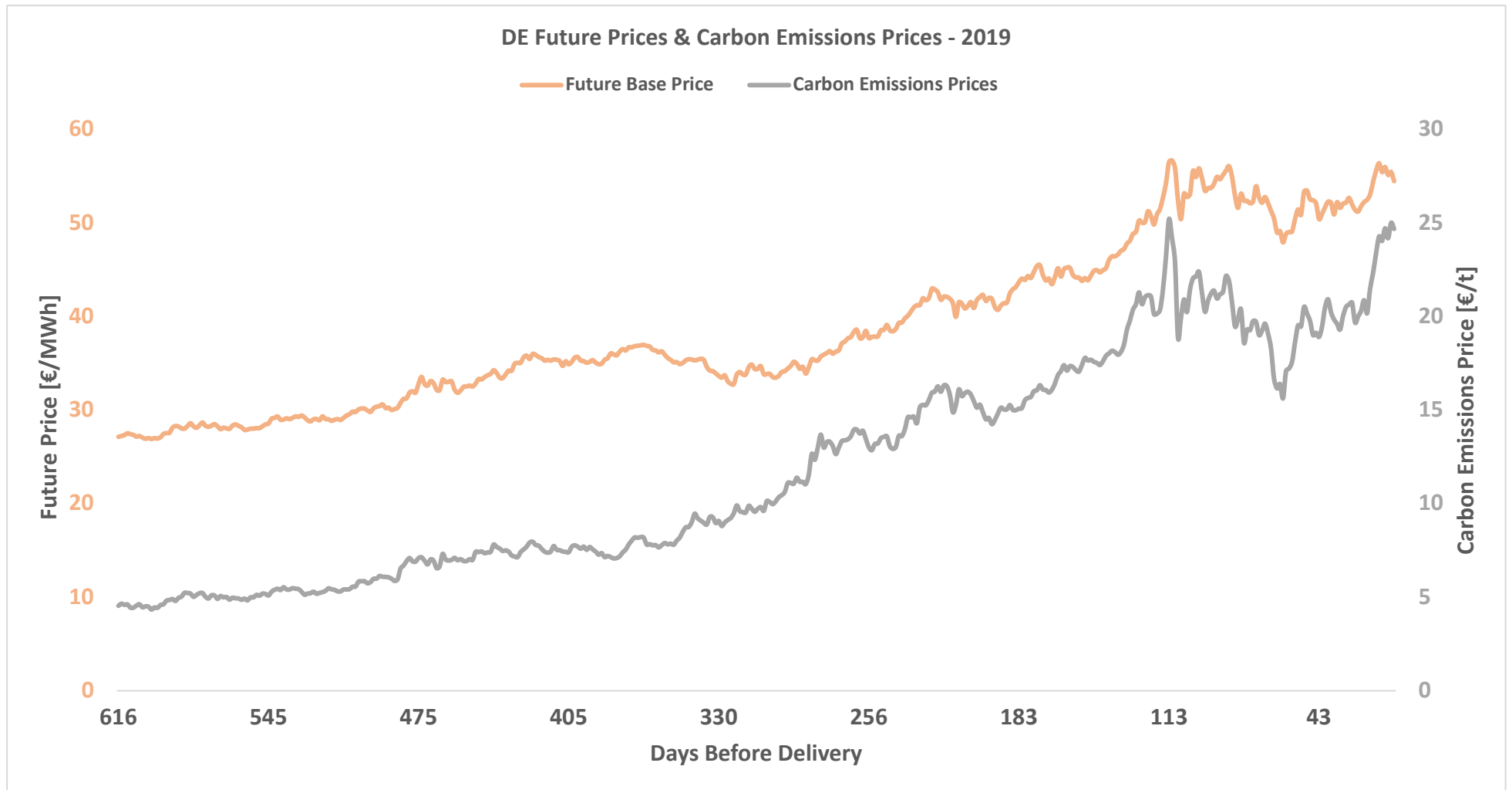
Σχήμα 5.111: Χρονολογική εξέλιξη ετήσιων τιμών εκπομπών διοξειδίου άνθρακα και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γερμανίας για το έτος 2018

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΤΩΝ ΣΜΕ



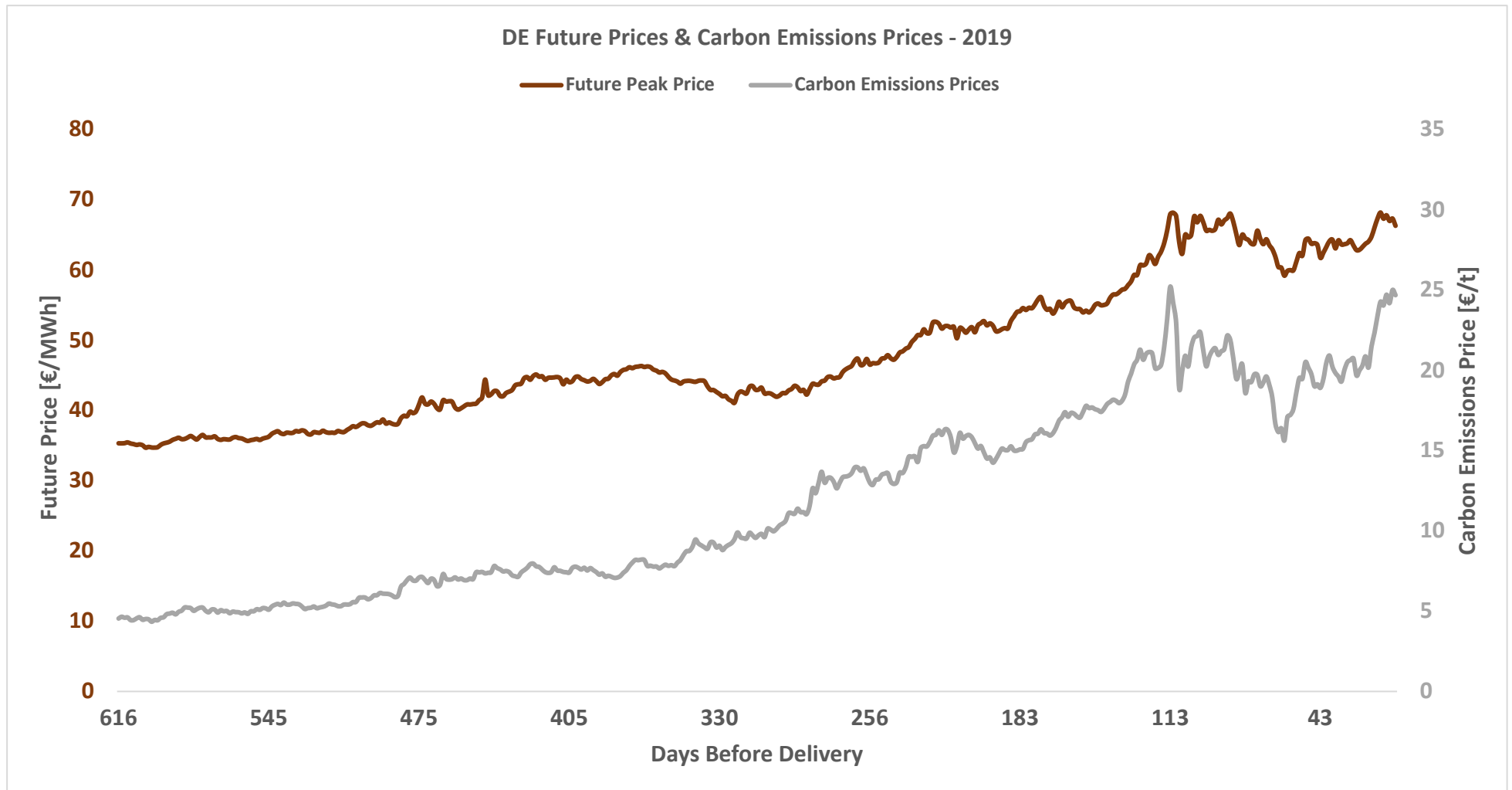
Σχήμα 5.112: Χρονολογική εξέλιξη ετήσιων τιμών ΣΜΕ εκπομπών διοξειδίου άνθρακα και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γερμανίας για το έτος 2018

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΤΩΝ ΣΜΕ



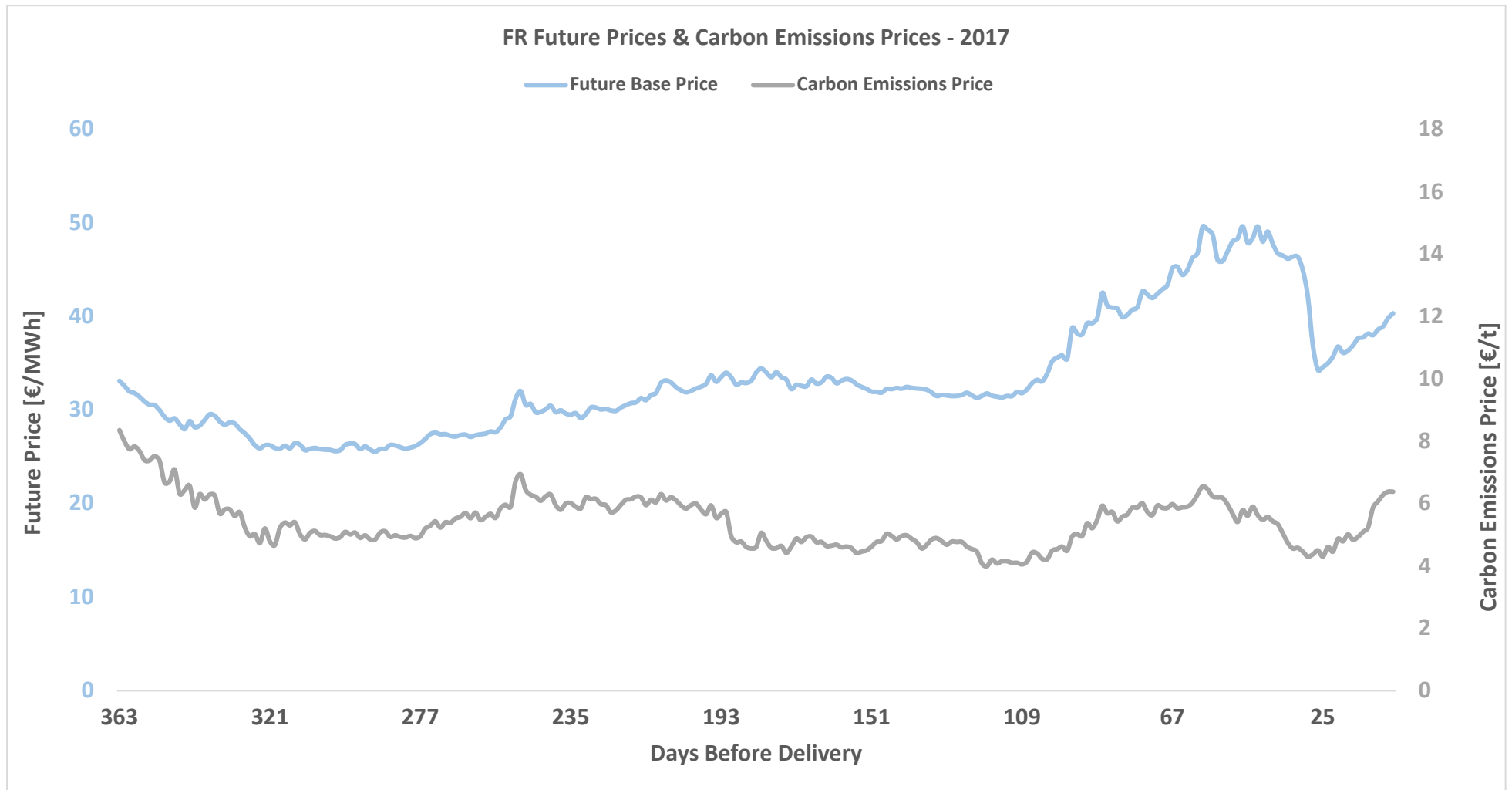
Σχήμα 5.113: Χρονολογική εξέλιξη ετήσιων τιμών ΣΜΕ εκπομπών διοξειδίου άνθρακα και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γερμανίας για το έτος 2019

## ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΤΩΝ ΣΜΕ



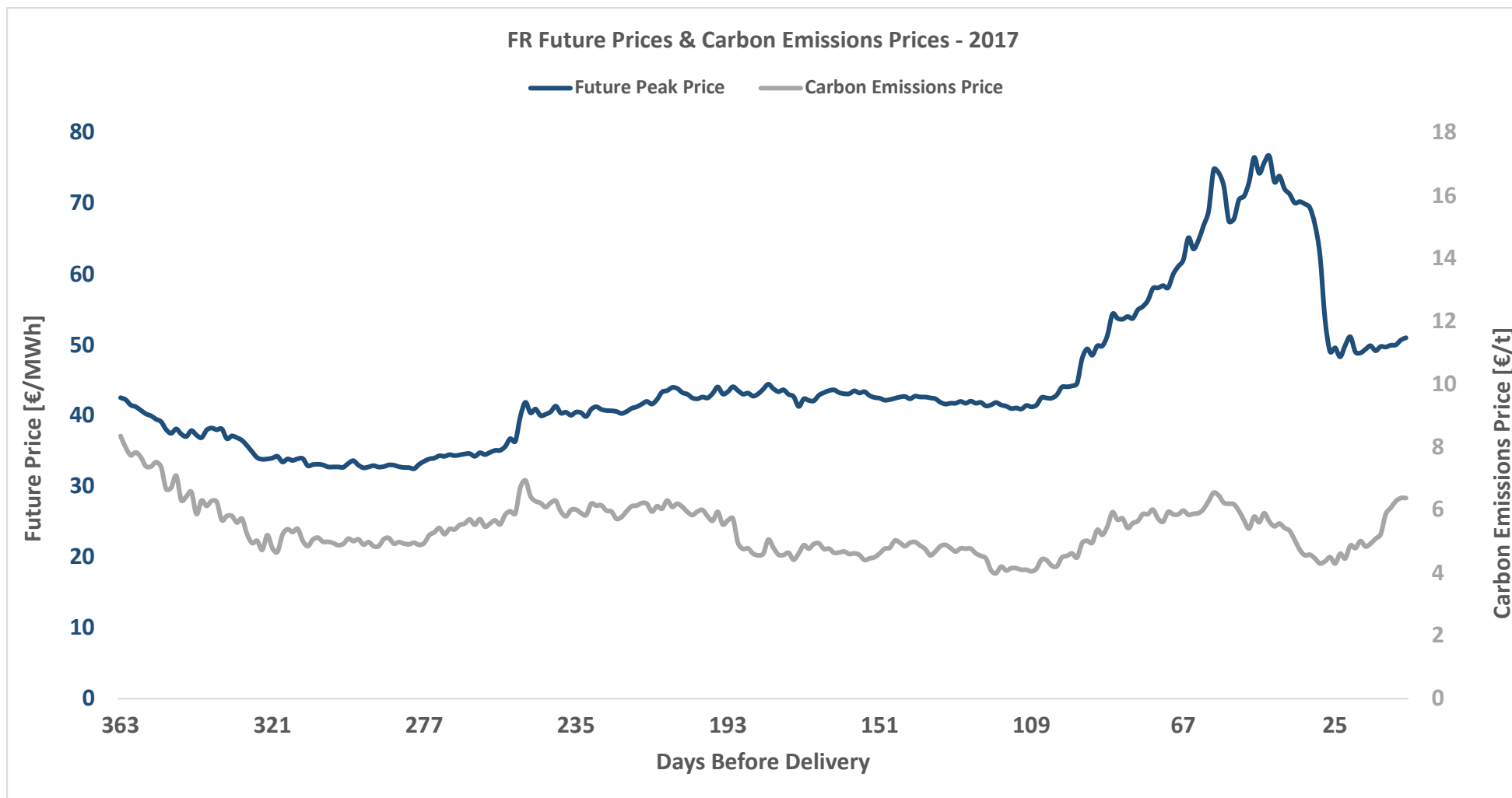
Σχήμα 5.114: Χρονολογική εξέλιξη ετήσιων τιμών ΣΜΕ εκπομπών διοξειδίου άνθρακα και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γερμανίας για το έτος 2019

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΤΩΝ ΣΜΕ



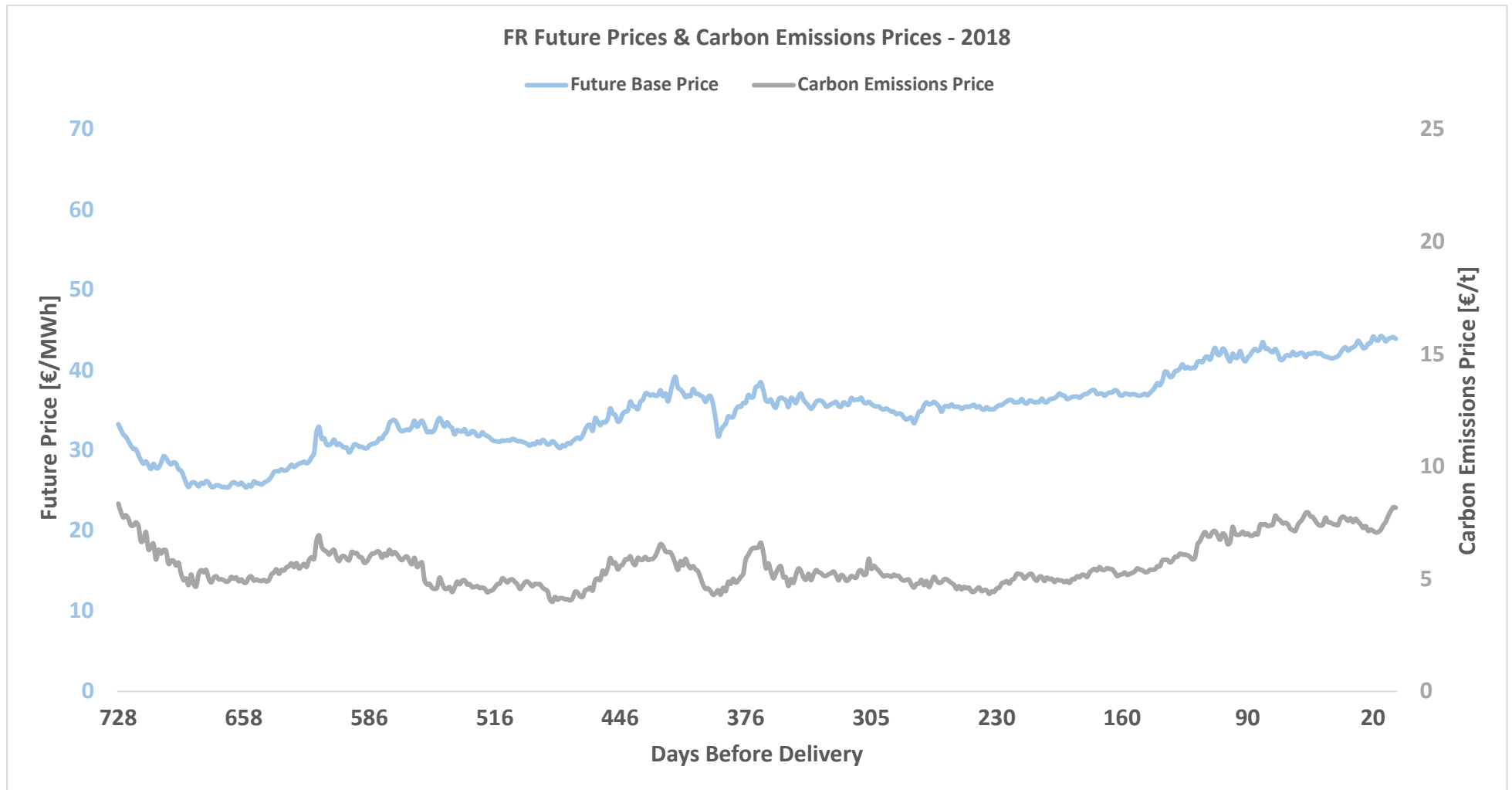
Σχήμα 5.115: Χρονολογική εξέλιξη ετήσιων τιμών ΣΜΕ εκπομπών διοξειδίου άνθρακα και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας για το έτος 2017

## ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΤΩΝ ΣΜΕ



Σχήμα 5.116: Χρονολογική εξέλιξη ετήσιων τιμών ΣΜΕ εκπομπών διοξειδίου άνθρακα και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας για το έτος 2017

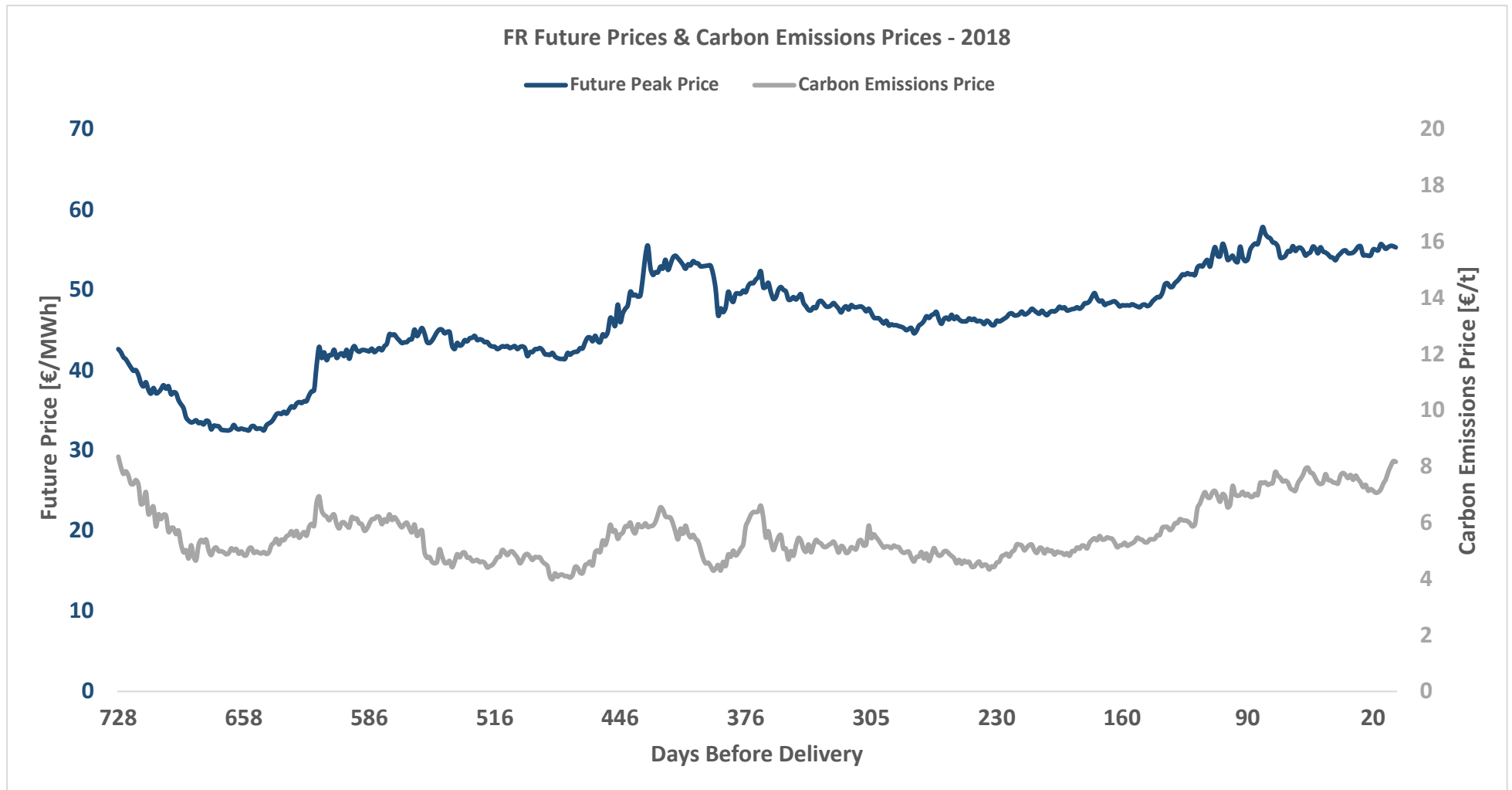
## ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΤΩΝ ΣΜΕ



Σχήμα 5.117: Χρονολογική εξέλιξη ετήσιων τιμών ΣΜΕ εκπομπών διοξειδίου άνθρακα και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας για το έτος 2018

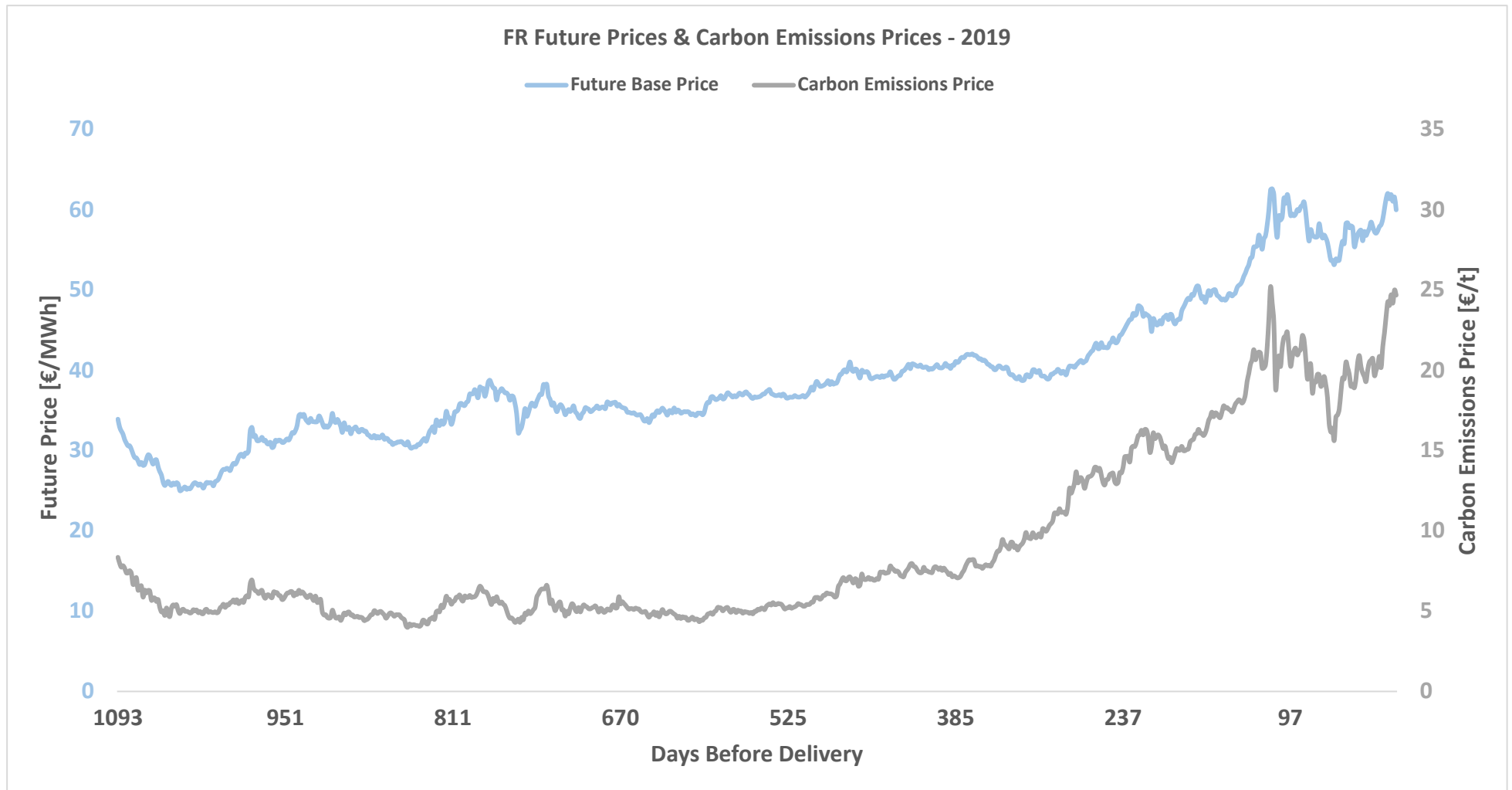


## ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΤΩΝ ΣΜΕ



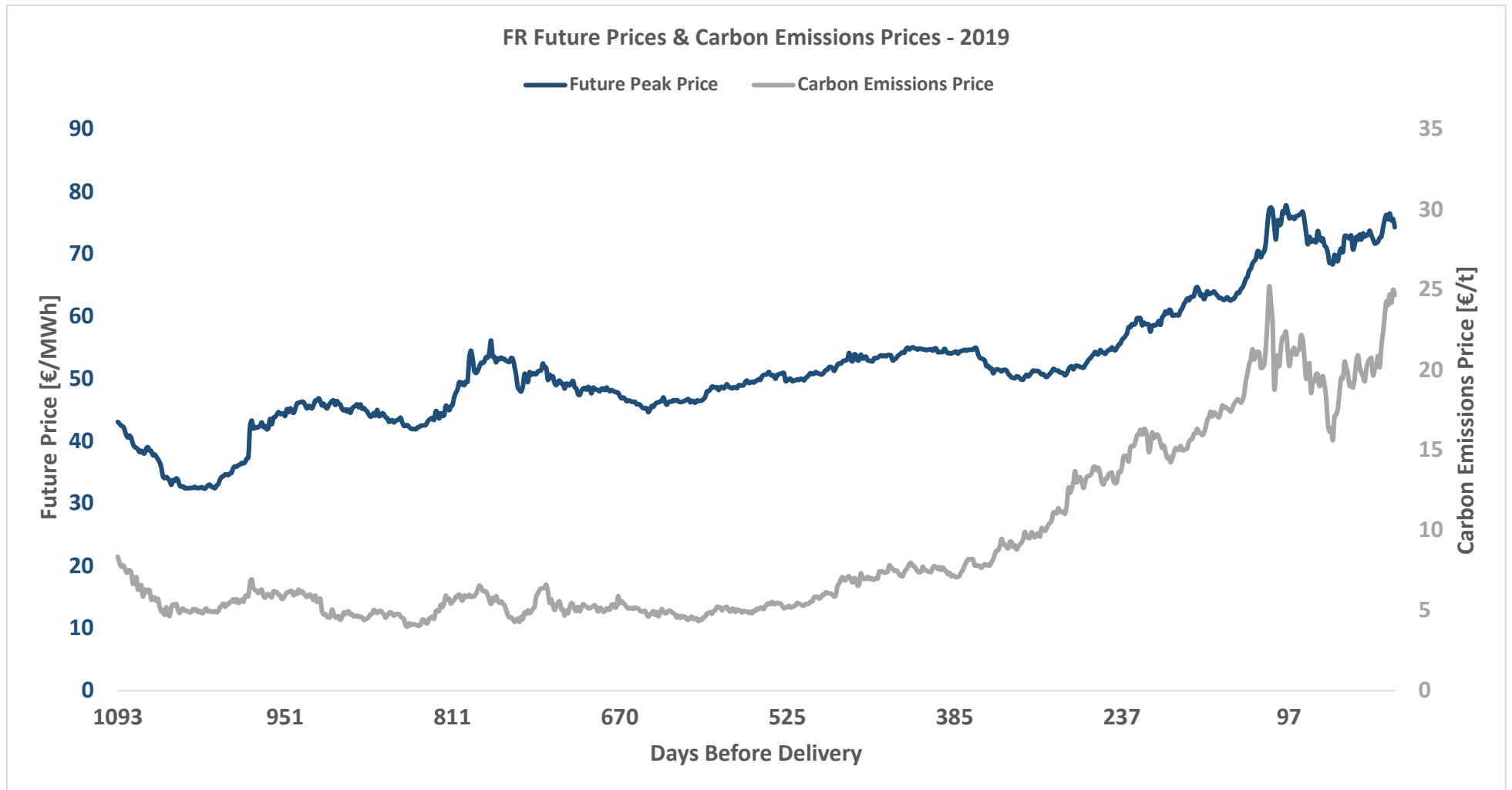
Σχήμα 5.118: Χρονολογική εξέλιξη ετήσιων τιμών ΣΜΕ εκπομπών διοξειδίου άνθρακα και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας για το έτος 2018

## ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΤΩΝ ΣΜΕ



Σχήμα 5.119: Χρονολογική εξέλιξη ετήσιων τιμών ΣΜΕ εκπομπών διοξειδίου άνθρακα και ετήσιας τιμής βάσης ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας για το έτος 2019

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΤΩΝ ΣΜΕ



Σχήμα 5.120: Χρονολογική εξέλιξη ετήσιων τιμών ΣΜΕ εκπομπών διοξειδίου άνθρακα και ετήσιας τιμής κορυφής ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας για τη χώρα της Γαλλίας για το έτος 2019

### 5.3. Συμπεράσματα

Η σταδιακή απελευθέρωση και δημιουργία μιας ενιαίας και ανταγωνιστικής αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας αποτέλεσε έναν από τους βασικούς πυλώνες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ), στο πλαίσιο των ευρύτερων αλλαγών στον τομέα της ενέργειας κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1990. Η δημιουργία της απελευθερωμένης αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας κρίθηκε ως βασική προτεραιότητα από τα θεσμικά όργανα της ΕΕ, αφού θεωρήθηκε ότι αποτελεί ένα σημαντικό βήμα για: α) την ολοκλήρωση της εσωτερικής αγοράς ενέργειας, β) την αποδοτικότερη παραγωγή, μεταφορά και διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας, γ) την ενίσχυση της ασφάλειας του εφοδιασμού και της παροχής ηλεκτρικής ενέργειας και δ) την ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας της ευρωπαϊκής οικονομίας σε συνδυασμό με την προστασία του περιβάλλοντος.

Η υιοθέτηση ενός «νέου» κανονιστικού πλαισίου έθεσε τις βάσεις για την επίτευξη των ανωτέρω στόχων. Πιο συγκεκριμένα, η Οδηγία 96/92/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου σχετικά με τους κοινούς κανόνες για την εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας ήταν το βασικό νομοθετικό πλαίσιο που εισήγαγε τη διαδικασία απελευθέρωσης των αγορών ηλεκτρικής ενέργειας των κρατών μελών και δημιούργησε τις προϋποθέσεις για την πορεία προς την ολοκλήρωση της εσωτερικής αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Οι εξελίξεις στις επιμέρους αγορές ηλεκτρικής ενέργειας των κρατών μελών, οι επιλογές των κρατών - μελών σε σχέση με την εφαρμογή της οδηγίας και τα εμπόδια που παρουσιάστηκαν, οδήγησαν στην έκδοση νέας οδηγίας (2003/54/ΕΚ), που αντικατέστησε την οδηγία 96/92/ΕΚ (δεύτερη δέσμη μέτρων). Η τρίτη δέσμη μέτρων για την απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας περιλαμβάνει την Κοινοτική Οδηγία 2009/72/ΕΚ, η οποία ενσωματώθηκε στο εθνικό δίκαιο με το νόμο 4001/2011. Μεταξύ των αναφερόμενων στόχων της νέας οδηγίας, είναι η παροχή πραγματικών επιλογών σε όλους τους καταναλωτές της Κοινότητας της ΕΕ, η παροχή νέων επιχειρηματικών ευκαιριών και η αύξηση του διασυνοριακού εμπορίου ώστε να επιτευχθούν κέρδη σε απόδοση, ανταγωνιστικές τιμές, υψηλότερα πρότυπα παρεχόμενων υπηρεσιών και να ενισχυθεί ταυτόχρονα η ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού και η αειφορία (sustainability).

Η ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να παραχθεί με πολλούς τρόπους χρησιμοποιώντας μία «ποικιλία» καυσίμων και εφαρμόζοντας διαφορετικές τεχνολογίες. Αυτή η διαφοροποίηση στο «μείγμα» καυσίμων και την τεχνολογία παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας συνεπάγεται και διαφορετική δομή κόστους για τις μονάδες (σταθμούς) παραγωγής. Για παράδειγμα, οι τεχνολογίες παραγωγής που χρησιμοποιούν χαμηλού κόστους καύσιμο (λιγνίτης) απαιτούν μεγάλες σχετικά κεφαλαιακές επενδύσεις. Σε αντίθεση, τεχνολογίες παραγωγής που απαιτούν τη χρήση περισσότερο δαπανηρών καυσίμων (αεριοστρόβιλοι, φυσικό αέριο) έχουν συνήθως χαμηλά σταθερά κόστη. Αυτές οι

διαφορές στη δομή του κόστους επηρεάζουν σημαντικά το σχηματισμό της τιμής στις βραχυχρόνιες αγορές ηλεκτρικής ενέργειας αλλά και στις μακροπρόθεσμες.

Σύμφωνα με την οικονομική θεωρία, σε τέλεια ανταγωνιστικές (βραχυχρόνιες) αγορές (αγορές επόμενης ημέρας, spot αγορές) οι επιχειρήσεις (ως λήπτες τιμών – price takers) καθορίζουν το μέγεθος της παραγωγής τους βάσει του οριακού κόστους (MC) και του οριακού εσόδου που θα εισπράξουν από την πώληση της εν λόγω μονάδας (MR). Ως εκ τούτου προσφέρουν εκείνη την ποσότητα προϊόντος το οριακό κόστος της οποίας ισούται με την τιμή του προϊόντος (P), φροντίζουν δε τα συνολικά έσοδά τους να καλύπτουν το κόστος παραγωγής όλων των προηγούμενων μονάδων. Έτσι, η καμπύλη προσφοράς μιας επιχείρησης τη βραχυχρόνια περίοδο είναι το ανερχόμενο τμήμα της καμπύλης του οριακού κόστους που βρίσκεται πάνω από την καμπύλη του μέσου μεταβλητού κόστους.

Στο πλαίσιο των ως άνω αρχών, στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία συνιστά μία βραχυχρόνια αγορά υπό την προϋπόθεση της απουσίας περιορισμών στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, οι τιμές καθορίζονται από το βραχυχρόνιο οριακό κόστος (SRMC) του σταθμού παραγωγής, ο οποίος παράγει την τελευταία μονάδα ηλεκτρικής ενέργειας που απαιτείται για να καλυφθεί η ζήτηση τη συγκεκριμένη ώρα της ημέρας. Στο βραχυχρόνιο οριακό κόστος συνήθως περιλαμβάνεται το κόστος του καυσίμου και ορισμένα άλλα λιγότερο σημαντικά μεταβλητά κόστη παραγωγής<sup>1</sup>. Η τελευταία (οριακή) μονάδα που χρειάζεται για να καλυφθεί η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας είναι επίσης εκείνη που έχει το υψηλότερο βραχυχρόνιο οριακό κόστος σε σχέση με τις υπόλοιπες μονάδες που λειτουργούν σε μία συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Η λογική της συγκεκριμένης διαδικασίας διασφαλίζει ότι τίθενται σε λειτουργία μόνο εκείνες οι μονάδες, οι οποίες έχουν το χαμηλότερο βραχυχρόνιο οριακό κόστος μεταξύ όλων των μονάδων παραγωγής που μπορούν να λειτουργήσουν. Ως εκ τούτου, αναμένεται ότι οι πυρηνικοί ή οι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με βάση το φυσικό αέριο<sup>2</sup> (ήτοι σταθμοί με χαμηλότερο οριακό κόστος) θα βρίσκονται σε συνεχή λειτουργία και θα αποτελούν τις μονάδες βάσης φορτίου (base load units). Οι σταθμοί αυτοί μπορεί να καθορίζουν τις τιμές σε περιόδους χαμηλής ζήτησης (off-peak period), όπως για παράδειγμα τις πρωινές ώρες.

Για τις υπόλοιπες περιόδους, οι οριακές και συνεπώς οι μονάδες που καθορίζουν την τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας, θα είναι εκείνες που χρησιμοποιούν ως καύσιμο φυσικό αέριο<sup>3</sup>, πετρέλαιο

---

<sup>1</sup> Στα τελευταία χρόνια ως κόστος καυσίμου θεωρούνται και τα αντίστοιχα κόστη εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα

<sup>2</sup> Αφού πλέον το αντίστοιχο κόστος εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα τις καθιστούν φθηνότερες από τις αντίστοιχες μονάδες παραγωγής με βάση τον άνθρακα

<sup>3</sup> Μονάδες παραγωγής χωρίς τεχνολογία συνδυασμένου κύκλου όπου η θερμική απόδοση είναι σημαντικά μικρή

ή άνθρακα (black coal) δηλαδή μονάδες με υψηλότερο οριακό κόστος. Με βάση τα ανωτέρω, είναι σημαντικό να υπογραμμισθεί ότι το SRMC της τελευταίας (οριακής) μονάδας παραγωγής (price setting unit) καθορίζει όχι μόνο τα έσοδα του συγκεκριμένου σταθμού παραγωγής, αλλά και των υπόλοιπων μονάδων παραγωγής (πυρηνικοί, λιγνιτικοί σταθμοί παραγωγής, κ.λπ.), οι οποίες έχουν σημαντικά χαμηλότερο οριακό κόστος. Με άλλα λόγια, στην τιμή που καθορίζεται από την προσφορά της τελευταίας (οριακής) μονάδας που απαιτείται για να καλυφθεί η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας, αμείβονται όλοι οι υπόλοιποι παραγωγοί ηλεκτρικής ενέργειας.

Οι ημερήσιες χονδρεμπορικές τιμές ηλεκτρικής ενέργειας καθορίζονται με δημοπρασίες (auctions), για κάθε μία ώρα της ημέρας ξεχωριστά (day ahead market). Κάθε παίκτης που συμμετέχει στη χονδρεμπορική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, προσφέρει ζεύγη τιμών και ποσοτήτων στο σύστημα (έγχυση ενέργειας), στο οποίο καθορίζεται (εκκαθαρίζεται) η προσφορά και ζήτηση ενέργειας για κάθε ώρα της ημέρας. Η τιμή που διαμορφώνεται στην αγορά και η ποσότητα εκκαθάρισης προσδιορίζονται σαν αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας (matching process). Αξίζει να σημειωθεί ότι οι ηλεκτροπαραγωγοί μπορεί να αποφασίσουν να προσφέρουν ηλεκτρική ενέργεια από τους σταθμούς παραγωγής τους σε επίπεδα τιμών μεγαλύτερα από το μακροχρόνιο οριακό κόστος των μονάδων τους.

Σύμφωνα με τα ανωτέρω, το κόστος της ακριβότερης προσφοράς που σύμφωνα με τον προγραμματισμό εντάσσεται στο σύστημα ορίζεται ως η Οριακή Τιμή του Συστήματος (System Marginal Price). Σημειώνεται ότι η τιμή που εισπράττουν οι παραγωγοί (και πληρώνουν οι προμηθευτές) είναι η οριακή αυτή τιμή του συστήματος.

Η μεγαλύτερη διαφοροποίηση που παρουσιάζει η ηλεκτρική ενέργεια σε σχέση με οποιοδήποτε άλλο προϊόν είναι ότι δεν μπορεί να αποθηκευτεί με οικονομικό τρόπο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, οι τιμές στην spot αγορά να παρουσιάζουν μια τεράστια διακύμανση η οποία δημιουργεί μεγάλα προβλήματα στους παραγωγούς, αλλά και στους προμηθευτές<sup>1</sup>, οι οποίοι με τη σειρά τους, προκειμένου να αντισταθμίσουν τον κίνδυνο των απρόβλεπτων αυτών μεταβολών καταφεύγουν στα παράγωγα τα οποία έχουν δομηθεί πάνω στην αγορά της ηλεκτρικής ενέργειας. Φαίνεται λοιπόν πως η σημασία των παραγώγων είναι πολύ σημαντική σε ολόκληρη την ενεργειακή κοινότητα. Η μετρούμενη διακύμανση των τιμών της ηλεκτρικής ενέργειας αποδείχθηκε μεγαλύτερη από οποιαδήποτε άλλο ενεργειακό προϊόν και ποσοστιαία μεγαλύτερη ακόμη και από τη διακύμανση τιμών του φυσικού αερίου κατά περισσότερο από 150% για τα έτη 2016-2019. Καθώς οι τιμές της ηλεκτρικής ενέργειας παρουσιάζουν τόσο μεγάλη διακύμανση τα πιο σημαντικά ερωτήματα τα οποία γεννώνται στον τρόπο δομής και λειτουργίας των παραγώγων

---

<sup>1</sup> Καθώς και αυτοί προμηθεύονται στην ίδια τιμή που αμείβονται οι παραγωγοί

είναι σχετικά με το risk premium που παρουσιάζονται πάνω στα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης καθώς και τους παράγοντες που το καθοδηγούν. Οι δύο αυτοί παράγοντες είναι πολλοί σημαντικοί στην κατανόηση των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης καθώς και στη σύνδεση τους με τις πραγματικές τιμές του ηλεκτρισμού. Εξετάστηκαν δύο από τις μεγαλύτερες χώρες στο μεγαλύτερο ενεργειακό χρηματιστήριο τις Ευρώπης (EEX), όσο αναφορά το κομμάτι της ρευστότητας, δηλαδή οι χώρες τις Γερμανίας και τις Γαλλίας. Τα υπό εξέταση ΣΜΕ περιλαμβάνουν ετήσια, τριμηνιαία, μηνιαία και εβδομαδιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης με επαρκή ρευστότητα. Τα παραπάνω συμβόλαια κατηγοριοποιήθηκαν με βάση τη βιβλιογραφία ως εξής:

- Short Term: με maturity από μία εβδομάδα έως τρεις μήνες
- Mid Term: με maturity από τρεις μήνες έως δώδεκα
- Long Term: με μεγαλύτερο maturity

Αρχικά, εξετάσαμε τους παράγοντες που επηρεάζουν τις spot αγορές κάθε χώρας. Στην χώρα της Γερμανίας, η κυριαρχούσα τεχνολογία είναι αυτή του φυσικού αέρα καθώς και αυτή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Στην χώρα της Γαλλίας η πυρηνική τεχνολογία κυριαρχεί με την οριακή τιμή συστήματος επίσης να καθοδηγείται από τις τιμές του φυσικού αερίου. Λόγο τις ιδιαιτερότητας αυτής και της εξάρτησης της χώρας από την πυρηνική τεχνολογία, σε περιόδους μεγάλης και απροσδόκητης μη διαθεσιμότητας των πυρηνικών εργοστασίων παρατηρήθηκε απότομες μεταβολές στις τιμές. Όπως είναι λογικό ο κίνδυνος αυτός αντικαθρεπτίστηκε στο risk premium των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης.

Η κυριαρχούσα και επιβεβαιωμένη από τις παρατηρήσεις βιβλιογραφική θεωρία εξηγεί ότι, για όλους τους συμμετέχοντες που έχουν επαρκεί στοιχεία για την πρόβλεψη των μακροπρόθεσμων τιμών, το risk premium καθοδηγείται από τον κίνδυνο για αντιστάθμιση που έχουν στην συγκεκριμένη περίοδο οι παραγωγοί και οι προμηθευτές. Η καθαρή θέση των δύο αυτών συμμετεχόντων καθορίζει και το risk premium (ως θετικό όταν η ανάγκη για αντιστάθμιση είναι εντονότερη στην πλευρά των προμηθευτών και αρνητικό στην αντίθετη περίπτωση). Η ανάγκη αυτή για αντιστάθμιση με την σειρά της καθοδηγείται από τον κίνδυνο της πρόβλεψης του φορτίου. Οι παρακάτω βιβλιογραφικές υποθέσεις χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση του risk premium στα ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας:

1. Δεν υπάρχει μηδενικό risk premium στα ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας

Σε καμία από το σύνολο των παρατηρήσεων περίπτωση δεν παρατηρήθηκε μηδενικό premium ακόμη και στα εβδομαδιαία ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας και η υπόθεση αυτή μπορεί να θεωρηθεί αποδεκτή.

2. Τα Short και Mid term συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης έχουν θετικό risk premium

Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται αρχικά όλα τα εβδομαδιαία και μηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης<sup>1</sup>, το μέσο risk premium διαμορφώθηκε στα 4,6 €/MWh για τα εβδομαδιαία και στα 4,5 €/MWh για τα μηνιαία ενώ σε καμία περίπτωση δεν παρατηρήθηκαν αρνητικές τιμές. Όσο αναφορά τα τριμηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης συμπεριλαμβάνονται αυτά με χρόνο παράδοσης έως τέσσερα τρίμηνα πριν την παράδοση του προϊόντος. Στην περίπτωση αυτή παρατηρήθηκε αρνητικό premium σε προϊόντα από 6 μήνες έως 12 μήνες πριν την παράδοση, παρόλα αυτά, το μέσο premium διαμορφώθηκε σχεδόν μηδενικό. Σε γενικές γραμμές η θεωρία αυτή δεν μπορεί να γίνει απόλυτα αποδεκτή, θα πρέπει να εξετάσουμε τα ΣΜΕ σε χρόνο έως 6 μήνες πριν την παράδοση του προϊόντος όπου όλα παρουσιάζουν θετικό premium με μεσοσταθμική τιμή: 3,9 €/MWh.

### 3. Τα Long term συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης έχουν αρνητικό risk premium

Στην περίπτωση αυτή λαμβάνουμε όλα τα τριμηνιαία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης που διαπραγματεύονται 5 τρίμηνα ή περισσότερο πριν την παράδοση του προϊόντος καθώς και όλα τα ετήσια. Το μέσο premium στα ετήσια ΣΜΕ διαμορφώθηκε στα -4,4 €/MWh χωρίς θετικές παρατηρήσεις ενώ στα αντίστοιχα τριμηνιαία στα -4,7 €/MWh επίσης χωρίς θετικές παρατηρήσεις. Η παραπάνω υπόθεση πρέπει να γίνει αποδεκτή, ωστόσο θα πρέπει επίσης να συμπεριλάβουμε και τα ΣΜΕ με χρόνο παράδοσης έως και 6 μήνες κατ' ελάχιστο πριν την παράδοση του προϊόντος, όπως αναφέρθηκε στην υπόθεση 2. Το μεσοσταθμικό premium διαμορφώθηκε στα -3,3 €/MWh.

Έτσι, ταξινομώντας τα ΣΜΕ με τον ακόλουθο τρόπο όλες οι παραπάνω υποθέσεις μπορούν να γίνουν απόλυτα αποδεκτές:

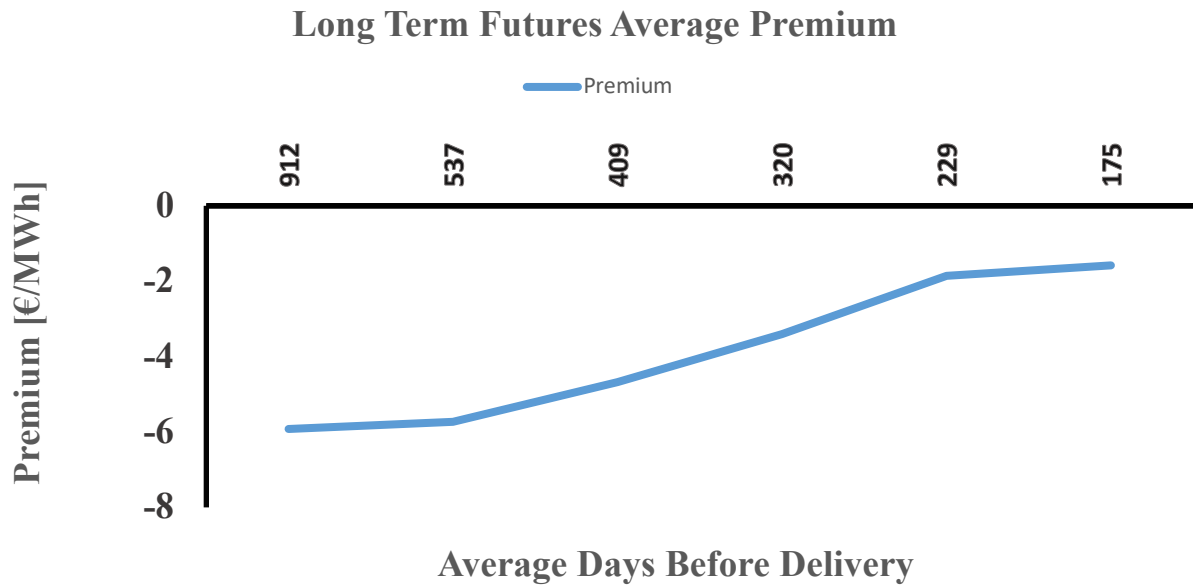
- Short Term: με maturity από μία εβδομάδα έως τρεις μήνες
- Mid Term: με maturity από τρεις μήνες έως έξι (αντί δώδεκα)
- Long Term: με μεγαλύτερο maturity

### 4. Το risk premium μεγαλώνει καθώς αυξάνεται το maturity στα Short ή Mid term ΣΜΕ και μειώνεται (ή αυξάνεται κατά απόλυτη τιμή) στα Long Term

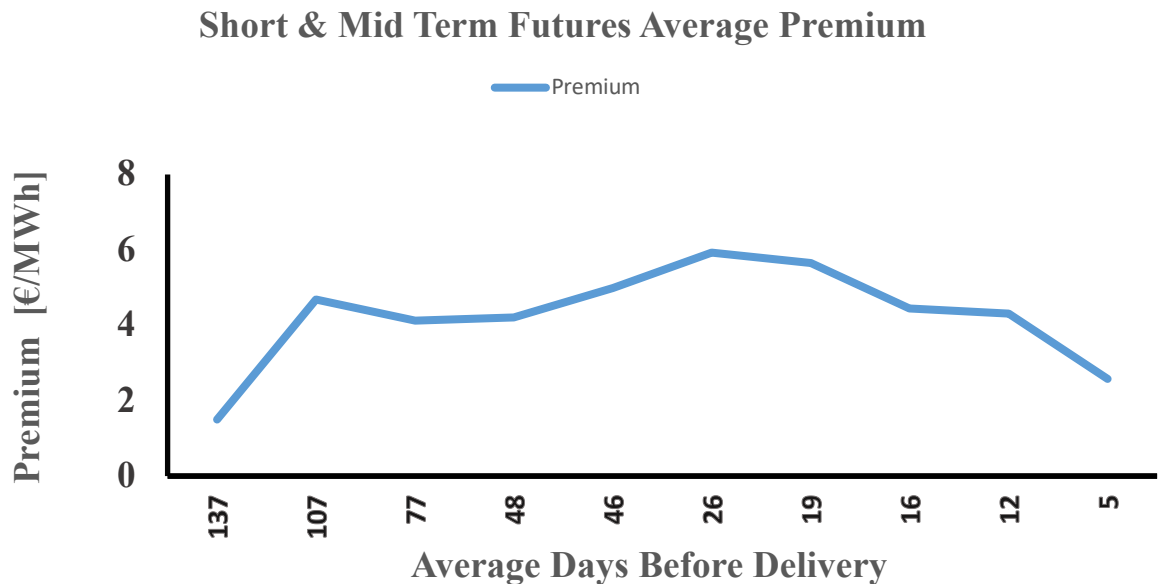
---

<sup>1</sup> Αφού κατά μέγιστο διαπραγματεύονται σε χρόνο μικρότερο από 12 μήνες πριν την παράδοση του προϊόντος.





Σχήμα 5.121: Μέσο premium σε Long Term ΣΜΕ σε συνάρτηση με το χρόνο πριν την πρώτη μέρα της παράδοσης



Σχήμα 5.121: Μέσο premium σε Short & Mid Term ΣΜΕ σε συνάρτηση με το χρόνο πριν την πρώτη μέρα της παράδοσης

Όπως μπορούμε εύκολα να διακρίνουμε από τα παραπάνω σχήματα η υπόθεση αυτή απορρίπτεται για τα ΣΜΕ Short & Mid Term και γίνεται αποδεκτή για τα Long.

Μπορούμε να δικαιολογήσουμε τις ως άνω υποθέσεις στο γεγονός ότι οι παραγωγοί επιλέγουν να αντισταθμίσουν τον κίνδυνο τους (κίνδυνος πώλησης παραγωγής σε χαμηλές τιμές) σε Long Term ΣΜΕ, αντιθέτως οι προμηθευτές αντιμετωπίζουν τον κίνδυνο της προμήθειας σε υψηλές τιμές και επιλέγουν τα Short ή Mid Term ΣΜΕ, κάτι το οποίο είναι απόλυτα λογικό, από τη μία οι παραγωγοί έχουν δεδομένη ποσότητα προς διάθεση με μοναδικό κίνδυνο την τιμή, από την άλλη οι προμηθευτές γνωρίζουν καλύτερα την πραγματική ποσότητα της προμήθειας τους στο

κοντινότερο μέλλον αντιμετωπίζοντας τόσο τον κίνδυνο της τιμής όσο και τον κίνδυνο της αναγκαίας προς αγορά ποσότητας. Τα παραπάνω μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι οι προμηθευτές ηλεκτρικής ενέργειας τους μήνες με υψηλό φορτίο ή μεγαλύτερο κίνδυνο για μεγάλη διακύμανση των τιμών επιλέγουν να αγοράσουν ΣΜΕ τα οποία με τη σειρά τους διαμορφώνονται σε υψηλές τιμές δημιουργώντας μεγαλύτερο premium στην αγορά των παραγώγων. Από την άλλη, όταν οι κίνδυνοι αυτοί είναι μετριασμένοι, η αγορά βρίσκεται σχεδόν σε ισορροπία (μιας και οι παραγωγοί έχουν είδη αντισταθμίσει τον κίνδυνο τους στα long ΣΜΕ) δημιουργώντας την εποχικότητα του risk premium και επιβεβαιώνοντας την τελευταία υπόθεση

### 5. Υπάρχει εποχικότητα στο risk premium

Παρατηρώντας τα αντίστοιχα σχήματα προηγούμενης παραγράφου (4.9) βλέπουμε ότι η υπόθεση αυτή είναι αποδεκτή. Το risk premium φαίνεται να είναι αρκετά θετικό τους μήνες με υψηλή ζήτηση φορτίου (όπου ο κίνδυνος των τιμών είναι μεγαλύτερος).

Σχετικά με τους παράγοντες που καθοδηγούν το risk premium έγινε έλεγχος κατά βάση στα ετήσια συμβόλαια μελλοντική εκπλήρωσης και ως ανεξάρτητες μεταβλητές επιλέχθηκαν τα υποκείμενα καύσιμα, και αυτό διότι οι αντίστοιχες τιμές των ΣΜΕ κατά την περίοδο που διαπραγματεύτηκαν είναι γνωστές και προσπελάσιμες<sup>1</sup>, καθώς και οι τιμές των ΣΜΕ των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα με τις οποίες τα τελευταία χρόνια παρουσιάζεται σχεδόν τέλεια γραμμικότητα. Μπορούμε να διαχωρίσουμε την συσχέτιση των ΣΜΕ των υποκείμενων καυσίμων, με τις αντίστοιχες τιμές ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας, σε δύο περιόδους:

1. Την περίοδο κατά την οποία οι τιμές των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα ήταν σε χαμηλά επίπεδα (περίπου έως 10 €/t) όπου σε αυτή την περίπτωση ο συσχετισμός με τις τιμές του άνθρακα είναι γραμμικός
2. Την περίοδο κατά την οποία οι τιμές των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα ήταν σε υψηλά επίπεδα (άνω των 10 €/t) όπου σε αυτή την περίπτωση ο συσχετισμός με τις τιμές του φυσικού αερίου είναι γραμμικός

Από την άλλη, δεν παρατηρήθηκε κανένα συσχετισμός με τις τιμές του πετρελαίου, προτείνεται η περαιτέρω ανάλυση στους άλλους τύπους ΣΜΕ ηλεκτρικής ενέργειας (τριμηνιαία, μηνιαία και εβδομαδιαία).

---

<sup>1</sup> Εν αντιθέσει με παράγοντες όπως, το φορτίο, η παραγωγή από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (για την περίπτωση της Γερμανίας), η πυρηνική παραγωγή (για την περίπτωση της Γαλλίας) δεδομένα τα οποία είναι προσπελάσιμα μόνο σαν actual data.

## 5.4. Βιβλιογραφία 6<sup>ου</sup> κεφαλαίου

### 5.4.1. Ελληνική

- ❖ Γ. Καραθανάσης. Χρηματοοικονομική Διοίκηση και Χρηματιστηριακές Αγορές. Εκδόσεις Μπένου, Αθήνα, 2002.
- ❖ Πέτρος Πρωτοπαπαδάκης, Η Απελευθέρωση της Αγοράς της Ηλεκτρικής Ενέργειας στην Ευρώπη, Διπλωματική εργασία, 2006
- ❖ Μιχαήλ Λ. Πολέμη, Ανταγωνισμός στις σχετικές αγορές ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα.

### 5.4.2. Ξένα

- ❖ S. Benninga. Financial Modeling. MIT Press Ltd, 2000.
- ❖ Black, F., 1976. The pricing of commodity contracts. Journal of Financial Economics, 3, 167-179.
- ❖ Agne Jonkute. Factors Affecting Futures Premium in the German Electricity Futures Market, ISM University of Management and Economics, May 2014
- ❖ Janne Peljo, Futures pricing in the Nordic Electricity Market, Aalto University, 2012
- ❖ Botterud, A., Bhattacharyya, A. K. and Ilic, M., 2002. Futures and spot prices – An analysis of the Scandinavian electricity market. Proceedings of the 34th Annual North American Power Symposium, October 2002, Tempe, Arizona, USA.
- ❖ Carlo Pozzi, The Relationship between Spot and Forward Prices in Electricity Markets
- ❖ Pietz Matthäus, Risk premia in the German electricity futures market, Center for Entrepreneurial and Financial Studies (CEFS), Technische Universität München, 2009
- ❖ European Parliament, The Impact of the Oil Price on the EU Energy Prices, February 2014
- ❖ Sam Forrest, Stuart Morrison & Adrian Kemp, Impact of gas powered generation on wholesale market outcomes, May 2018
- ❖ Matthias Janssen & Magnus Wobben, Electricity and natural gas pricing, November 2008
- ❖ Frontier economics, CO<sub>2</sub> trading and its influence on electricity markets, February 2006