

1st Energy Tech Forum

April 2016

Αλάι πζε ηεο ζπλεμάηεο (Co-movement) ηεώλ Υνληεξκ πνιηθήο
Αγνξάο ΗΔ Δηάδ αο & Ιηαίαο κε ρήζε Wavelets

Γξ. Γ. Παπαησάιινπ, Υξ. Γξαηάθνο(PhD Cad.)

Co-movement analysis of Italian and Greek Electricity Market wholesales prices by using Wavelet approach

Συνεργία έξι νληγο ζηε λ εξγαζί α

Energies **2015**, *10*, 1-x manuscripts; doi:10.3390/en100x000x

OPEN ACCESS

energies

ISSN 1996-1073

www.mdpi.com/journal/energies

Article

Co-Movement Analysis of Italian and Greek Electricity Market Wholesale Prices by Using a Wavelet Approach

George P. Papaioannou ^{1,4,*}, Christos Dikaiakos ^{1,†}, George Evangelidis ^{1,†},
Panagiotis G. Papaioannou ^{2,†} and Dionysios S. Georgiadis ^{3,†}

¹ Research, Technology & Development Department, Independent Power Transmission Operator (IPTO) S.A., 89
Dyrrachiou & Kifisou Street, Athens GR 10443, Greece;

E-Mails: c.dikeakos@admie.gr (C.D.); gevangelidis@admie.gr (G.K.)

² Applied Mathematics and Physical Sciences, National Technical University of Athens, Zografou 15780, Greece; E-Mail: quantrivium@gmail.com

³ Department of Management, Technology and Economics, ETH Zurich, Chair of Entrepreneurial Risks, Zurich 8092, Switzerland; E-Mail: dionysios.georgiadis@frs.ethz.ch

⁴ Center for Research and Applications in Nonlinear Systems (CRANS), Department of Mathematics, University of Patras, Patras 26500, Greece

Co-movement analysis of Italian and Greek Electricity Market wholesales prices by using Wavelet approach

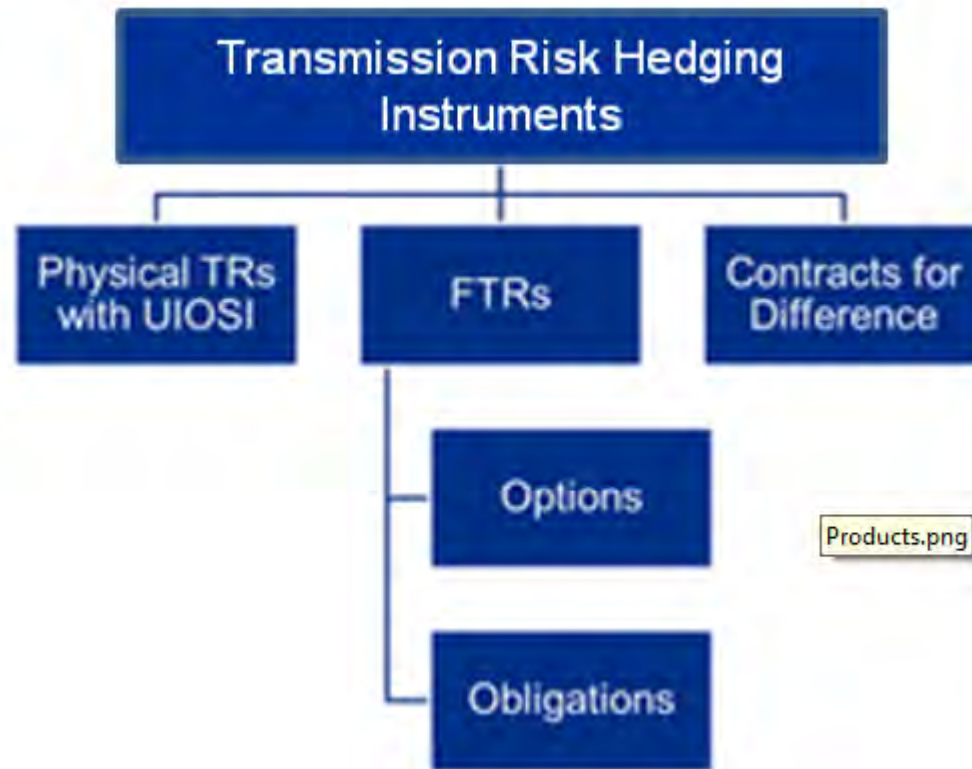
Παξ αδείγκαρ εθ αξ κνγήο ηεο αλάι πζε ο ζηε κειέ ηε δπλακθήο ζπλαμήμεο δύν αγνξώλ ζε
Financial Markets & Energy Commodities (Υξ ε κληργνξ έο θαη Δλεξγεηαθά εκπνξία)

1. Aguiar-Contraria, L.; Azevedo N.; Soares, M.J. *Using wavelets to decompose the time frequency effects of monetary policy*. *Physica A* **2008**, 387, 2863–2878.
2. Ramsay, J.B. *Wavelets in economics and finance: Past and future*. *Stud. Nonlinear Dyn. Econ.* **2002**, 6, doi:10.2202/1558-3708.1090.
3. Voronin, S.; Partanen, J. *Price forecasting in the Day-Ahead Energy Market by an Iterative Method with Separate Normal Price and Price Spike frameworks*. *Energies* **2013**, 6, 5897–5920.
4. Naccache, T. *Oil price cycles and wavelets*. *Energy Econ.* **2011**, 33, 338–352.
5. Tan, Z.; Zhang, J.; Wang, J.; Xu, J. *Day-ahead electricity price forecasting* using wavelet transform combined with ARIMA and GARCH models. *Appl. Energy* **2010**, 87, 3606–3610.
6. Connor, J.; Rossiter, R. *Wavelet transforms and commodity prices*. *Stud. Nonlinear Dyn. Econ.* **2005**, 9, doi:10.2202/1558-3708.1170.
7. Yousefi, S.; Weinreich, I.; Reinarz, D. *Wavelet-based prediction of oil prices*. *Chaos Solut. Fractals* **2005**, 25, 265–275.
8. Davidson, R.; Labys, W.C.; Lesourd, J. *Wavelet analysis of commodity price behaviour*. *Comput. Econ.* **1997**, 11, 103–128.
9. Ghoshray, A.; Johnson, B. *Trends in world energy prices*. *Energy Econ.* **2010**, 32, 1147–1156.
10. Grine, S.; Diko, P. *Multi-layer model of correlated energy prices*. *J. Comput. Appl. Math.* **2010**, 233, 2590–2610.
11. Ciarreta, A.; Zarraga, A. *Analysis of volatility transmissions in integrated and interconnected markets: The case of the Iberian and French markets*. *Document. Trabajo Biltoki* **2012**, 4, 1–25
12. Jingli Liang, *Analysis and Test of Multifractal Characteristics of the European Carbon Emissions Market – Based on the Framework of Wavelet Leaders*, LCE 2016, 7, 54-61

Co-movement analysis of Italian and Greek Electricity Market wholesales prices by using Wavelet approach

ΔΡΓΑΛΔΙΑ ΑΝΤΙΣΣΑΘΜΙΣΗΣ ΚΙΝΓΤΝΟΤ ΣΤΗ ΜΔΣΑΦΟΡΑ ΔΝΔΡΓΔΙΑΣ

Πώο ε αλάι πζε Wavelet ζπλεηζ θ έξε ηζε κηα „fair“ ηηκί όγεζή ηηππο



Co-movement analysis of Italian and Greek Electricity Market wholesales prices by using Wavelet approach

ΟΡΙΣΜΟΣ ΣΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ WAVELET – ΔΡΓΑΛΔΙΑ WAVELET

ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ WAVELET - Βαζ ηθί Μαζεκ αηηθί Μεηαζ ρεκ αηηζκνί

- Τα Wavelets είναι “μικρά κύματα” (small waves), τα οποία εξελίσσονται και αποσβένονται σε μία περιορισμένη χρονική περίοδο. Τα wavelets, προκύπτουν από την **μητρική συνάρτηση** wavelet $\psi(t)$ και μπορούν να εκφρασθούν ως συνάρτηση του **χρόνου τ** , και της **κλίμακας s** η οποία σχετίζεται με τη **συχνότητα**. Οι βασικές wavelet συναρτήσεις, προκύπτουν μετά από **μετατόπιση** και **χρονική κλιμάκωση** της μητρικής wavelet συνάρτησης, σύμφωνα με τη σχέση: $\psi_{\tau,s}(t) = \frac{1}{\sqrt{s}}\psi\left(\frac{t-\tau}{s}\right)$
- Η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη μητρική συνάρτηση wavelet είναι η **Morlet** η οποία ορίζεται ως ακολούθως: $\psi(t) = \pi^{-\frac{1}{4}} \left(e^{i\omega_0 t} - e^{-\frac{\omega_0^2}{2}} \right) e^{-\frac{t^2}{2}}$, όπου ω_0 είναι η κεντρική (αδιάστατη) συχνότητα του wavelet

ΒΑΣΙΚΑ ΔΡΓΑΛΔΙΑ ΤΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ WAVELET

- Η Wavelet ανάλυση είναι ένα σύγχρονο εργαλείο που χρησιμοποιείται, προκειμένου να μελετήσουμε την **συνεξέλιξη δύο αγορών**. Τα εργαλεία που χρησιμοποιούμε είναι:
 - Ο **συνεχής** wavelet μετασχηματισμός (**Continuous Wavelet Transform, CWT**), μίας **χρονοσειράς $x(t)$** σε σχέση με μία **χρονοσειρά $\psi(t)$** περιγράφεται ως εξής: $W_x(\tau, s) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(t) \psi_{\tau,s}^*(t) dt = \frac{1}{\sqrt{s}} \int_{-\infty}^{+\infty} x(t) \psi^*\left(\frac{t-\tau}{s}\right) dt$
 - Ο **Δια-κυματικός** μετασχηματισμός (**cross-wavelet transform**) δύο χρονοσειρών με CWT $W_x(\tau, s)$ και $W_\psi(\tau, s)$ δίνεται από τη σχέση:
 $W_{xy}(\tau, s) = W_x(\tau, s) W_\psi(\tau, s)$

Co-movement analysis of Italian and Greek Electricity Market wholesales prices by using Wavelet approach

ΟΡΙΣΜΟΣ ΣΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ WAVELET – ΔΡΓΑΛΔΙΑ WAVELET

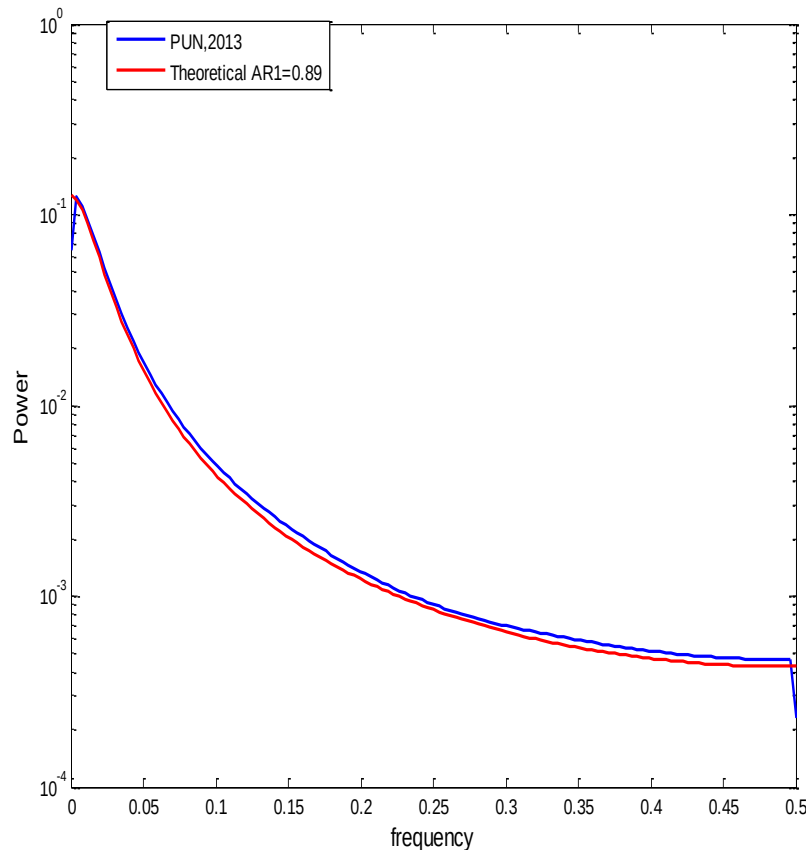
ΒΑΣΙΚΑ ΔΡΓΑΛΔΙΑ ΤΗΣ ΑΝΑΛΤΣΗΣ WAVELET

- Ο μετασχηματισμός **συνοχής wavelet (Wavelet Coherence Transform, WCT)** που χρησιμοποιείται για να μετρήσει την **ένταση** της **δυναμικής τοπικής συσχέτισης** μεταξύ 2 χρονοσειρών. Με τη βοήθεια αυτού του μετασχηματισμού μπορούμε να ανιχνεύσουμε τις περιοχές στο πεδίο **χρόνου-συχνότητας**, όπου οι υπό εξέταση χρονοσειρές συνεξελίσσονται. Ο μετασχηματισμός CWT δίνεται από τη σχέση:

$$R^2(\tau, s) = \frac{|S(s^{-1}W_{xy}(\tau, s))|^2}{S(s^{-1}|W_x(\tau, s)|^2)S(s^{-1}|W_y(\tau, s)|^2)}$$

- Ανάλυση **συνοχής wavelet φασικών διαφορών (Coherence Phase Differences, CPD)** που χρησιμοποιείται προκειμένου να ανιχνεύσει εάν υπάρχουν **καθυστερήσεις στις ταλαντώσεις ή κύκλους** μεταξύ των υπό εξέταση χρονοσειρών $x(t)$ και $y(t)$. Δίνεται από τη σχέση: $\Phi_{x,y}(\tau, s) = \tan^{-1} \left(\frac{J\{s(s^{-1}W_{xy}(\tau, s))\}}{R\{s(s^{-1}W_{xy}(\tau, s))\}} \right)$, όπου με J και R συμβολίζουμε το φανταστικό και το πραγματικό μέρος αντιστοίχως

Co-movement analysis of Italian and Greek Electricity Market wholesales prices by using Wavelet approach



Σύγκριση του φάσματος ισχύος του PUN για το 2013 με το θεωρητικό φάσμα AR(1) με καθυστέρηση 1.

Δεδομένου ότι δεν υφίσταται θεωρητικό μοντέλο για την κατανομή της ισχύος wavelet, η στατιστική σημαντικότητά του εκτιμάται σε σχέση πάντοτε με την μηδενική (null) υπόθεση ότι η χρονοσειρά δημιουργείται από μία στοχαστική διαδικασία με δεδομένο φάσμα ισχύος P_k . Στην επιστήμη των οικονομικών πολλές χρονοσειρές συμπεριφέρονται ως κόκκινος θόρυβος το οποίο μπορεί να μοντελοποιηθεί από μία AR(1) Autoregressive διαδικασία, η οποία δίνεται από τη σχέση:

$$AR(1): \psi_t = \alpha + \alpha_1 \psi_{t-1} + \varepsilon_t$$

Το μοντέλο AR(1) με καθυστέρηση δηλαδή 1, έχει το ακόλουθο φάσμα ισχύος:

$$P_k = \frac{1 - \alpha^2}{|1 - \alpha e^{-2i\pi k}|^2}, \text{ όπου } k: \text{ δείκτης συχνότητας Fourier}$$

Με αυτό το δεδομένο εξετάζουμε εάν το φάσμα του AR(1) είναι ένα καλό μοντέλο για την απόσβεση ισχύος των υπό μελέτη χρονοσειρών (PUN, SMP) κλπ. Συγκρίνουμε λοιπόν αυτά τα δύο φάσματα και παρατηρούμε ότι η απόσβεσή τους είναι παρόμοια, άρα αποδεχόμαστε το μοντέλο AR(1) ως επαρκές για την μηδενική υπόθεση

Co-movement analysis of Italian and Greek Electricity Market wholesales prices by using Wavelet approach

ΣΥΝΔΕΔΙΞΗ ΤΗΣ ΓΤ ΝΑΜΙΚΗΣ ΣΥΜΠΔΡΙΦΟΡΑΣ ΣΩΝ ΓΤΟ ΥΟΝΓΡ ΔΜΠΟΡΙΚΩΝ ΑΓΟΡΩΝ ΗΛΔΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΔΡΓΔΙΑΣ ΜΔ ΣΗ ΥΡΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΑΛΤΣΗΣ WAVELET

Βαζ ηβά
Υαξα θηεξηζηηηθά ηηπη
Γηαηξη πλδξαθηνύ
Δκπνξί νπ Διιάδα
- Ιηαίηα

- Ο η ρ ξ ν λ η θ ο θ ι ί κ α θ ε ο – Π ε ξ ί δ ν η ζ η ν Δ η α ζ π λ ν η θ ό Ε κ π ό ξ η ν δ η α θ ί λ ν λ η ρ η ζ ε :
 - Μ α θ ς ν π ξ ό ζ ε ζ κ ε ο (long-term) θ α η π ξ ν ε κ ε ξ ή ζ η ε ο (day-ahead) α γ ν ξ έ ο ε ι ε θ η ξ η θ ο ε λ έ ξ γ ε η α ο
 - Ε λ δ ν ε κ ε ξ ή ζ η α α γ ν ξ ά (intra-day) ε ι ε θ η ξ η θ ο ε λ έ ξ γ ε η α ο
 - Α γ ν ξ ά ζ ε π ξ α γ κ α η η θ ρ ξ ό λ ν (real-time)
- Έ λ α ο θ α η ρ ί ε ι ν ο δ ε ί θ η ε ο α μ π ι ό γ ε ζ ε ο η ε ο δ η α ζ ύ λ δ ε ζ ε ο ε ί λ α η ν α ξ η ζ κ ό ο ρ λ σ ξ ώ λ ό π ν τ π α ξ α η ε ξ ν ύ λ η ρ η “ ζ ε π δ ν ξ ν έ ο ”. Μ ε η ε λ ι έ μ ε “ ζ ε π δ ν ξ ν έ ο ” ε λ λ ν ν ύ κ ε ρ α ε κ π ν ξ η θ ι (Day-Ahead) π ξ ν γ ξ ά κ κ α ρ α π ν τ π α θ ν ξ ν ύ λ ζ η ε δ η α ζ ύ λ δ ε ζ ε ζ η η ο π ε ξ η π ώ ζ ε η ο π ν τ π α ξ α η ε ξ ν ύ λ η ρ η ξ ν έ ο α π ό κ ί α α θ ξ ι β ό η ε ξ ε ζ ε κ ί α ρ α κ ε ι ό η ε ξ ε δ ώ λ ε . Π ν ζ ν η η θ α π η η ό κ ε ρ α θ ξ ά δ ε ρ α η σ ο η ν π ν ζ ν ζ η ό η ε ο Κ α ζ α ξ ή ο Ι θ α λ ό η ε ρ α ο Μ ε ρ α θ ν ξ ά ο (NTC) π ν τ π ε ί λ α η η ν κ έ γ η ζ η ν ζ π λ ν η η θ ό π ξ ό γ ξ α κ κ α α λ η ρ ι ι α γ ώ λ κ ε ρ α μ ύ ζ ε δ ύ ν γ ε η π λ η θ ύ λ π ε ξ η ν ρ ώ λ ε ι έ γ ρ ν π η ε ο ζ ύ γ ρ ξ ν λ ε ο π ε ξ η ν ρ ή ο , ι α κ β ά λ ν λ η ρ α π π ό ρ ε η η θ ε ρ λ η θ ο α β ε β α η θ ή ρ ε ο ο ρ λ κ ε ι ι ν λ η η θ ύ λ ζ π λ ζ ε θ ώ λ η ν τ ζ π ζ η ή κ α η ν ο , π ξ ν ο η ε λ ζ σ ζ η ή θ α η ε ύ ζ π λ ζ ε ό ρ α λ π π ά ξ ρ ε η ζ ε κ α λ η η θ δ η α θ ν ξ η θ η κ ώ λ (price differential)
- Σ α δ η α θ ν ξ ι θ ά η η κ ώ λ π π ν ι ν γ ί δ ν λ η ρ η σ ο σ ξ η ά ε ο δ η α θ ν ξ έ ο κ ε ρ α μ ύ η ε ο κ έ γ η ζ η ε ο θ α η ε ι ά ρ η ζ η ο η η κ ή ο η ε ο δ ώ λ ε ο π π ν β ν ι ή ο π ξ ν ζ θ ν ξ ώ λ. Η θ α η ε γ ν ξ η π ν ί ε ζ ε ο ρ λ δ η α θ ν ξ η θ ύ λ η η κ ώ λ έ ρ ε η σ ο α θ ν ι ν ύ ζ σ ο (θ α η ρ ά A C E R) :
 - Ο α ξ η ζ κ ό ο ρ λ σ ξ ώ λ κ ε δ η α θ ν ξ η θ ά η κ ή ο κ ε κ ι ρ ξ ό η ε ξ ν α π ό 1 €/MWh θ α ι ε ί ρ α η σ ο π ι ή ξ ε ζ ύ γ θ ι η ζ ε
 - Α π ό 1-10 €/MWh κ έ η ξ η ρ α ζ ύ γ θ ι η ζ ε η η κ ώ λ θ α η
 - Μ ε γ α ι ύ η ξ α α π ό 10 €/MWh ρ α κ ε ι ή ζ ύ γ θ ι η ζ ε η η κ ώ λ

Co-movement analysis of Italian and Greek Electricity Market wholesales prices by using Wavelet approach

ΣΥΝΔΕΔΛΙΞΗ ΤΗΣ ΓΤ ΝΑΜΙΚΗΣ ΣΥΜΠΔΡΙΦΟΡΑΣ ΣΩΝ ΓΤΟ ΥΟΝΓΡ ΔΜΠΟΡΙΚΩΝ ΑΓΟΡΩΝ ΗΛΔΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΔΡΓΔΙΑΣ ΜΔ ΣΗ
ΥΡΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΑΛΤΣΗΣ WAVELET

Βαζ ηθά
Υαξα θηεξεζηηηθά ηηπη
Γηηξλ πλνλεηαθνύ
Δθπλνζί ηη Δι ι άδαο
- Ιηηη ιίαο

- Δεδνκ έλνπ όηην Δηαζπλξ ησό εκπόξηνι ακβάλεη ρώα ζε δηαθνξ εηηθσ ρξ νλθόο θίικ αθεο, ηρ δπλακηθ θαηλόκελα πνπ ζρεθόλνληαη άπηόείαηεξ νηηόηεξ λα αλαι πζνύλ ηαπηήφξ νλα ζην πεδίν ηεο ζπαρόηεηαο - ρξ όλνπ κε ηε βνήζεηα ηλ θαηά ι ει σ λ wavelet εξγαι είσ λ. Σηελ πεξίπηωζε άπηήθαηι ι ει όηεξ ν γηαηελ αλίρλεπζε ζεπδνξ νώλ εξγαι είν είλαηηη Coherence Phase Differences (CPD) εξγαι είν. Σν εξγαι είν άπηόζα εθαξκνζζε ί ζηε δηαζύλδεζε. Ει ι άδαο- Ιηαι ίαο, κε ηε βνήζεηα ηνπ νπνίνπ ζα αληαεύζ νπκε ηελ επίδξαζε ηαηηθώλ ή/θαηξ πζκηζηηώλ παξεκβάζεσ λ.
- Η εγθαηρύζηαζε ηνπ ππνβξπρίνπ θαί σ δίνπ ζπλν ηθω ηζώνο **500MW** ηεο δηαζύλδεζεο. Ει ι άδαο – Ιηαι ίαο εί αβε ρώα ην 2001. Σηηαξ ρέο ηνπ 2005, μεθίλεζαλ νηδεκ νπξάζίεο ηεο επόκελεο εκ έξαο νπτόηε θαηημεθίλζαλ νηζπλαι ι αγέο ελέξγηαο ζηεδηαζύλδεζε. Σνλ Απξίί ην ηνπ 2010, μεθίλεζαλ **θνηνί θαλόλεο δεκνπξάζηώλ** κε ηνλ αληίζηνηχ Δηαηηζηή ηνπ Συσηήκαηνο Μεηρνξ άο ηεο Ιηαι ίαο, **TERNA**. Σελ πεξίνδν **2007-2008**, παξαηεξήζεθ έθπαθα θαηλόκελα εμαηηάσ λ **πνι ύ κηξώλ πδξαπηηρώλ απνζεκάηλ** ηα νπνία ελνπίδνπκε θαηζηε wavelet αλά πζε πνπ αηνι νπζεί. Κατά ηελ δηάξθεηα ηλ εηώλ **2009 θαη 2011 ζπλέβεζαλ εθηεηκέλεο δηαθνπείο** ί όγσ ηλ **ζθ αικ άηλ ζην ππνβξύην θαί ώδν** ηεο δηαζύλδεζεο. Ο αξηζκόο ηλ δηαθνπώλ θαη επέθπαζε, ππεξέβε ην ζεκ είν απνθνπήο ηλ 35 ηζνδύλακσ λ εκ εξώλ έρνληαο σ ζπλέπηεηα ηελ ππνρ έσζε ηεο Ει ι ελθω πι επζάο λα εμαζα ι ίζεηόι εο ηη εκπνξ ηθω ζπλαι ι αγέο αλεμαηήησ ο ηεο δηαζεζηόηεηαο ηνπ θαί σ δίνπ.

Co-movement analysis of Italian and Greek Electricity Market wholesales prices by using Wavelet approach

ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΥΔΙΑ ΔΞΔΛΙΞΗΣ ΣΟΤ ΓΙΑΣΥΝΟΡΙΑΚΟΤ ΔΜΠΟΡΙΟΤ ΜΔΣΑΞΤ ΔΛΛΑΓΑΣ ΚΑΙ ΙΣΑΛΙΑΣ

Γαρξ νλρθή
Δμήημε
Αληαιαγή ο
Ηιε θηξ ρήο
Δλέξ γερο κεηαμύ
Διαάδαο - Ιηαίαο

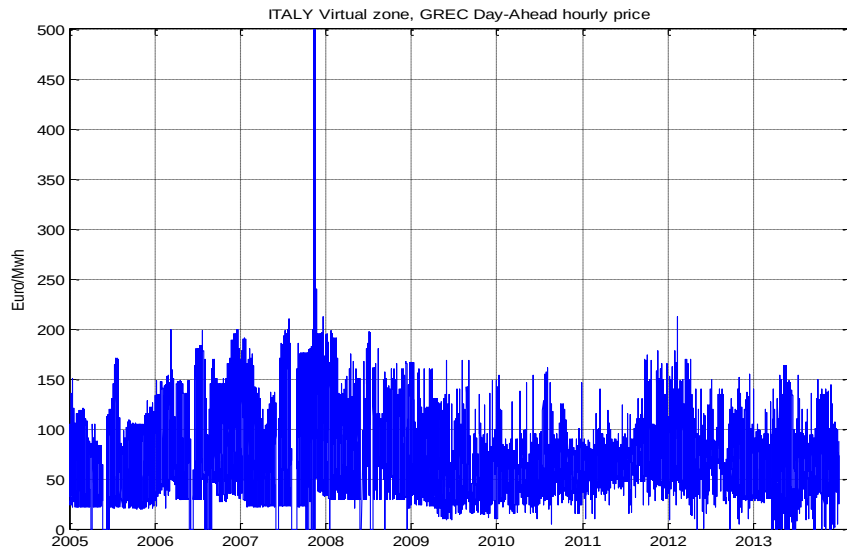
- Ειδικά α θαρά ηελ ηηηαηηία**2010-2013**, παξαηεξνύκε ηα αθόιν νπζα:
 - Από ην 2010 εσο ην ήα νο ηνπ 2011 θαθαρά ηε δώζεθεηαηνπ **2013**, επηθέξεζαλ νη **εμαγσγή από Δι άδα πςνο Ιπαί α**
 - Καρά ην **δεύηεο ηξίκελο ηνπ 2010** εμαηήια **βι άβε ο** ηνπ ππνβς πόντο θαι σδίντο, νηεμαγσγήο πςνο Ιπαί ία όπο ο ήραλ θπζηκό εθκεδελίζεθε αλ
 - Από ηελ 1^ε Απξηίηνπ ηνπ 2011 νη **δεκνπςαζί ο** γηα ηα Δθαηώκατα Μεραθνξάο Ιζρύνο (**Transmission Capacity Rights-TCR**) δηεάγνληαη από ηελ **Capacity Allocation Service Company (CASC)** πνπο εδξεύεηηνλ Λνπηεκβνύςο.
 - Σν **2012** νη εηζαγωγήο απμεζήθαλ ζην 1/3 ηο λ εμαγωγή, ρςνλ ήα θαρά ηελ νπνία ην Δηαζπλς ηκό εκπόξηνεθεη ήρζεθε απξόζοντο ςίο βι άβεο ζην θαι ώδηνηεο δηαζύλδεζεο
 - Από ηελ **Αύγοπςην ηνπ 2013** ε **βι άβε** ζην ππνβς ύρηνοθαι ώδηνείςζε ηελ ηαλόηερά ηνπ ζηα **200MW**. Σην ήα νο ηνπ ίδιοπ έηηπο είρακε **αύμεζε ηελ εηζαγωγή** από Ιπαί ία θαζώο είρακε **αύμεζε ηεο ΟΣΣ κερά από ξπζκηηηηήπαξέκβαζε**
 - Η **κεγαί ύρε κέζε ηηκή ζηε δεκνπςαζία** γηα ηα Δφαηώκατα Μεραθνξάο γηα ην 2011 παξαηεξήζεθαλ ζηε δηαζύλδεζε (5.06€/MWh), αληηηηηηξίδνληαο ηε ζρεηηκά κεγάλε ηημή πνπο επηηευόμε ζηελ Ιπαί ία εθείλε ηε ρςνλ ήα
 - Μερά ηελ κεραθνξά ηο λ δεκνπςαζηώλ ηνπ TCR γηα ηε δηαζύλδεζε Ει άδαο-Ιπαί ίαο θαη ακβάλνληαο ππόζη ηελ πηώζε ζηηο κέζεο ηημέο ηο λ δεκνπςαζηώλ ζηηο πτόνηηπο δηαζπλδέεο ν ζπλνιικό ογθν ζπλαγαώλ ζηελ πςσηώνπζα αγνξά ηνπ TCR (ππό ηελ επίβες εήεηηνπ ΔΕΣΜΗΕ), ει αηώζεθε πεξίποποθαι ην 1/3 ζηα 25.2 εθαηκκύζηα Επςώ.
 - Καρά ηε δώζεκεηαηνπ 2010 ε δώζύλδεζε κε ηελ Ιπαί ία θαηέρε ην 47% ηνπ ζπλνιικού ογκνπ ζπλαγαώλ ζηελ Ει εληηή πςσηώνπζα αγνξά, παξό ην πνπο γηα ηα ¾ ηεο ίδηαο ρςνλ ήα δελ ππήζαλ εκεζήζηεο δεκνπςαζίεο γηα ην TCR, εμαηήιαο θπξίςο ηεο ζρεηηκά πςειήο πνπο ηέκεθε θαρά ηελ εηήζηα δεκνπςαζία

Co-movement analysis of Italian and Greek Electricity Market wholesales prices by using Wavelet approach

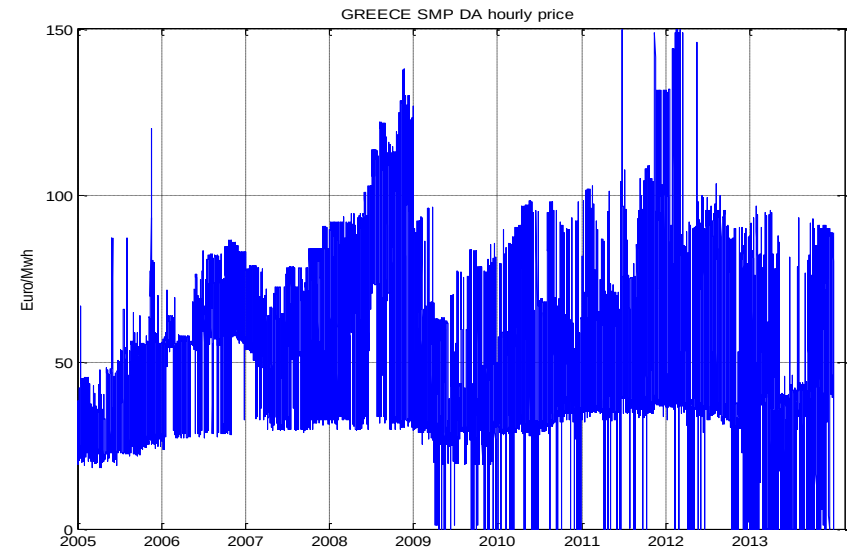
ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΥΔΙΑ ΔΕΔΛΙΞΗΣ ΣΟΤ ΓΙΑΣΥΝΟΡΙΑΚΟΤ ΔΜΠΟΡΙΟΤ ΜΔΣΑΞΤ ΔΛΛΑΓ ΑΣ ΚΑΙ ΙΣΑΛΙΑΣ

Περίοδος
Υψηλότερη

- Σημειώθηκε η εμφάνιση της πρώτης μεγάλης διακοπής στην Ελλάδα. Η ετήσια Ελέγχηση των τιμών για την Ελλάδα έγινε σημαντική. Ειδικά:
- Σημειώθηκε η εμφάνιση της πρώτης μεγάλης διακοπής στην Ελλάδα (Grec Day-Ahead) θα
- Σημειώθηκε η εμφάνιση της πρώτης μεγάλης διακοπής στην Ελλάδα (PUN)
- Για την Ελλάδα σημειώθηκε η εμφάνιση της πρώτης μεγάλης διακοπής στην Ελλάδα (SMP)



Ως αποτέλεσμα της GREC-DA για την Ελλάδα
δράστηκα 2005 - 2013



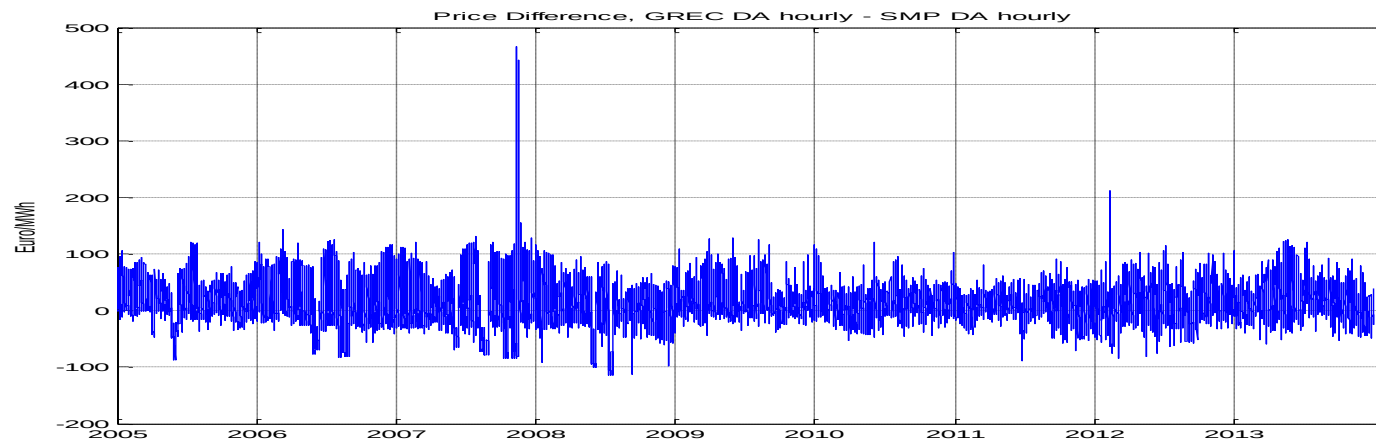
Ως αποτέλεσμα της SMP-DA για την Ελλάδα
δράστηκα 2005 - 2013

Co-movement analysis of Italian and Greek Electricity Market wholesales prices by using Wavelet approach

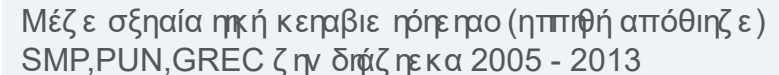
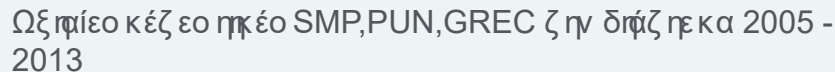
ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΥΔΙΑ ΔΕΔΛΙΞΗΣ ΣΟΤ ΓΙΑΣΥΝΟΡΙΑΚΟΤ ΔΜΠΟΡΙΟΤ ΜΔΣΑΞΕΤ ΔΛΛΑΓ ΑΣ ΚΑΙ ΙΣΑΛΙΑΣ

Έτη	Ηκεξήζηεο Δηζαγο γέο Δι ι άδοο (από Ιηαιία) MWh				Ηκεξήζηεο Δμαγο γέο Δι ι άδοο (πξνο Ιηαιία) MWh			
	Mean	Max	Min	Annual Total	Mean	Max	Min	Annual Total
2005	29.86	500	0	261,575	82.06	500	0	718,863
2006	56.30	452	0	493,211	114.23	496	0	1,000,736
2007	132.6	530	0	1,162,128	22.8	500	0	199,963
2008	215	680	0	1,887,151	34	645	0	298,110
2009	66.3	754	0	582,276	283	685	0	2,488,230
2010	37	674	0	325,007	299	645	0	2,621,359
2011	54.4	595	0	476,285	250	550	0	2,193,250
2012	94.4	819	0	827,309	359	590	0	3,148,949
2013	33.71	685	0	295,872	241	534	0	2,113,110
2005–2013	80	819	0	6,310,817 (or 6310 GWh)	187	685	0	14,782,074 (or 14,782 GWh)

Ο δηηιαλ όο πίλαθαο απειφνλίδεηηνλ άξξ νηξκα ηηο Δηζαγογώλ θαη Δμαγογώλ Ηιεηηξηθήο Διείργεηροζε GWh κεηαμύ Δι ι άδοο – Ιηαιίαο. Σν δνμγξάκκα απειφνλίδεη ηε δνμθύκαλζε ηεο δνμθνξίαο κεηαμύ ηηο ηηώλ GREC DA – SMP DA γηα ηηνλ δνμξίε κα 2005 - 2013.

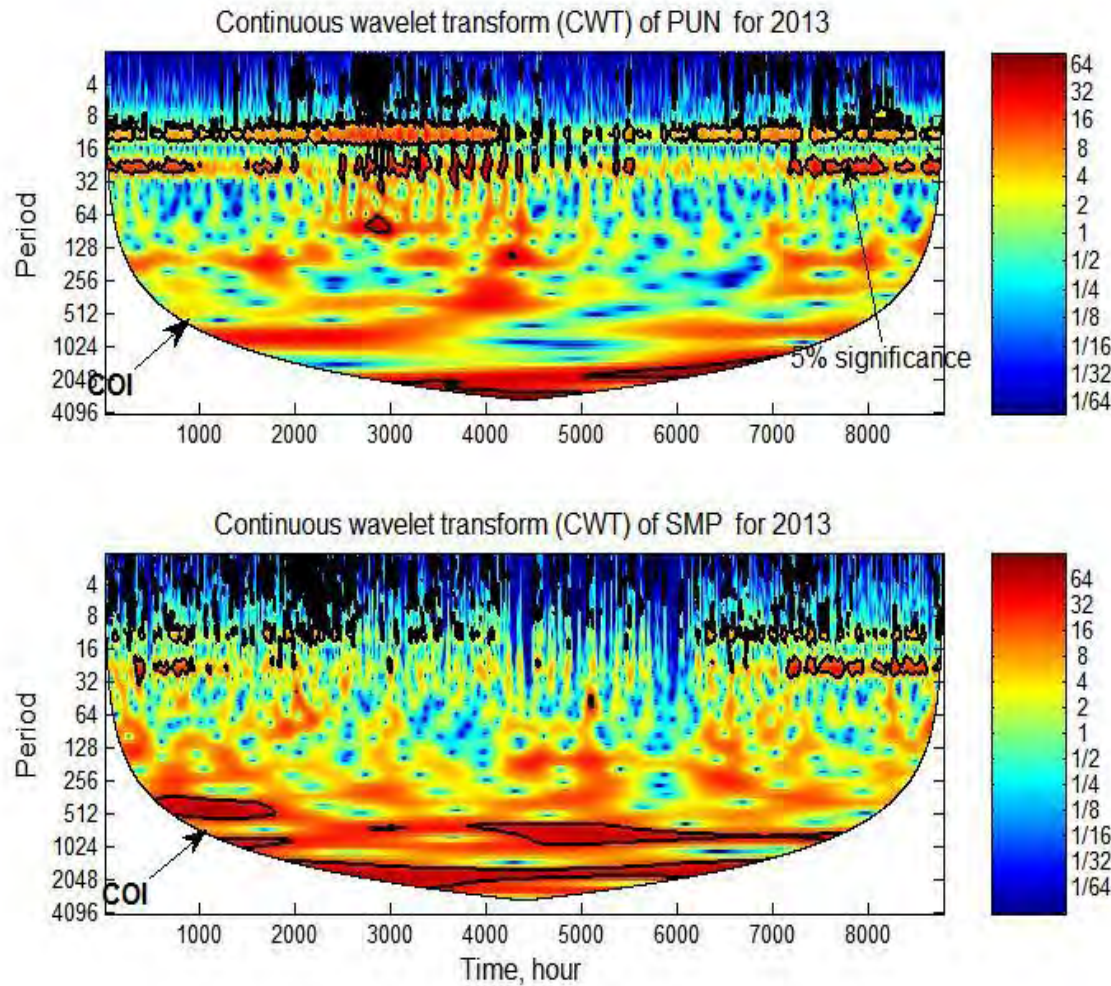


ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΥΔΙΑ ΔΞΔΛΙΞΗΣ ΣΟΤ ΓΙΑΣΥΝΟΡΙΑΚΟΤ ΔΜΠΟΡΙΟΤ ΜΔΣΑΞΤ ΔΛΛΑΓΑΣ ΚΑΙ ΙΣΑΛΙΑΣ

[illegible]

Co-movement analysis of Italian and Greek Electricity Market wholesales prices by using Wavelet approach

ΣΥΝΕΧΕΣ ΦΑΣΜΑ ΙΣΧΥΟΣ WAVELET



Συνερέο θ άζκ α Ιζρύν ο Wavelet ησλ ηηώλ Υνλδξεκ πνξ ιθήο Αγνξάο Ηιεθελ ιθήο Δλέξ γεηρο PUN (Ιηαιία) θαη SMP (Διιάδα) γηαην 2013
Σα πεξ ιγξ άκκαηα (contours) κε ηελ παρηάγξ ακκή ζπκ βνιί δντλ 5% επίπεδν ζεκαλ ηηθάηηαο πξ ν ην “θόθθηνλ” ζόξ πβλ

Σόζν ε ηηή PUN όζν θαηνην SMP παξ νπζιόδντλ παξ όκνηο δπλακηέο εμάηημο, κε “λε ζιόεο” ζε θαηηηθό ιζρύνο ζηελ ιίδη ςξ ιία δώλε (ή πεξ ινδν, ώξμο 12:00 θαη 24:00) θαη ρνλ ιθή (εληόο ηνπ έηνπ) δώλε (νξ ιόλ ηνπ άμνλμο). Οη “λε ζιόεο” ζηελ πεξ ιπήηζε ημο PUN είλαη πεξ ιζζό ηεξν εθηεηακέλο (ζπλερείο). Η ιίδη ζπκπεξηθηνξ ά παξ ηεξ είηηηη αλάκεζα ζε GREC θαη SMP ηηέο.

Co-movement analysis of Italian and Greek Electricity Market wholesales prices by using Wavelet approach

ΣΥΣΥΔΣΙΣΗ ΒΑΛΩΝ ΜΑΡΟΕΣ ΣΤΟΥΣ WAVELET ΜΑΣΑΣΧΗΜΑΣΙΣΜΟΥΣ

Σηγλ δηπιαλό πίλαθα απεηηθλίδεηρηε ζπζ ρέηηζε ηεο
 θνξ άο ηρ λ βει ώλ ζηα wavelet δηαξ άκκαηα πνπ
 αθνι νπζνύλ κε ηηο αλζαζθέ λεο θαηζο ζηέο ξνέο
 ηζρύνο

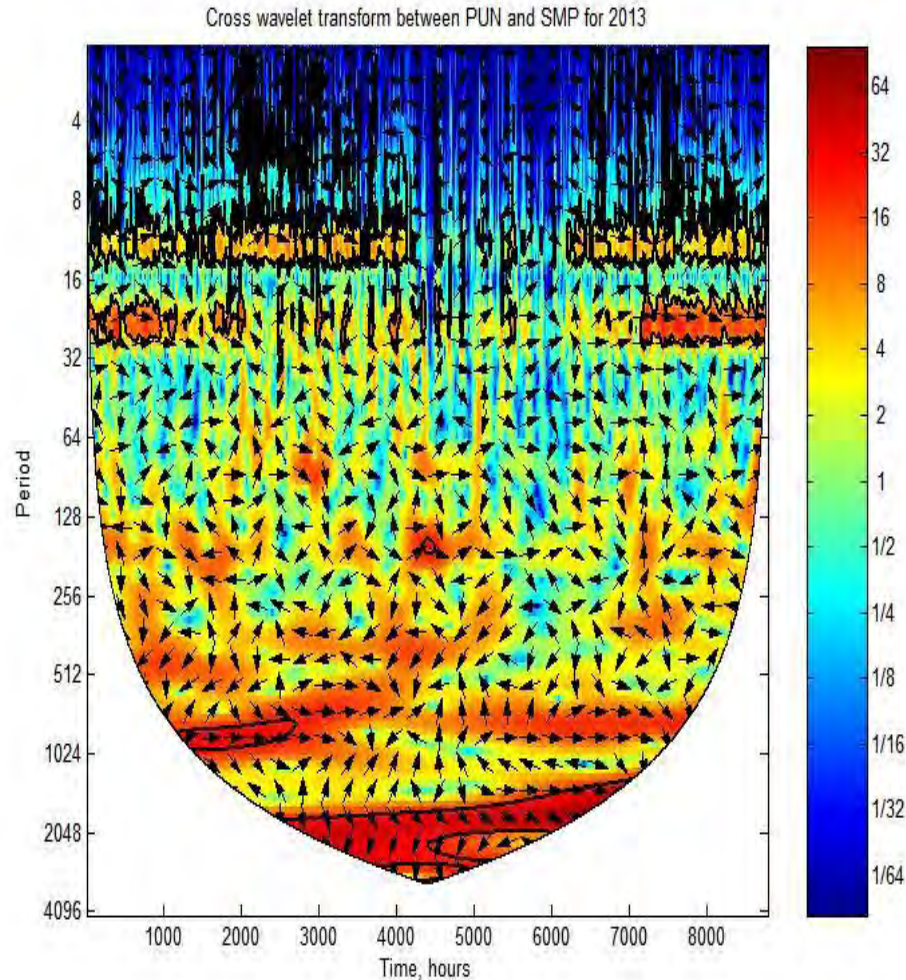
Γηαθλξήζ Σηκή GREG - SMP	Καζαξ έο Δμαρ γέο ηεο Ιηαιίαο Δμαρ γέο - Δηζαρ γέο	
	Λαλθαζκέλεο Ροές	Σσζηέο Ρνέο
+	+	-
-	-	+
Καηζύπλζε Βεί νπ	←	→

Δλθό-θ άζε ο (ζεηηθά ζπζρ εηηζκέλεο), εθόο θ άζε ο (αξλ εηηθά ζπζρ εηηζκέλεο) Υξ νλζε ηξ έο ζην WCT(x,y)

- Σηη γξ άθ εθα WCT(x,y) ηα βείε ζπκβνιή δνπληε θ άζε αλάκεζα ζηηο ρνλζε ηξ έο x(t) θαη y(t):
- Όηαλ νη x(t) θαη y(t), ζε ζπγθεθξηκέλε θείκαθα s, θηλύληαη αλίζνηα δπλακεί κε κεδεληθή δνπνξά θ άζε ο.
- Βείε κε δεμί θαηεύζπλζε ζπκβνιή δνπλόηη ηρ νλζε ηξ έο είλαη ελθό-θ άζε ο ή είλαη ζεηηθά ζπζρ εηηζκέλεο.
- Αξ ηξεξό ζηη νη α βείε αλ ηηηνπνύλ ζε αξλ εηηθά ζπζρ εηηζκέλεο ή εθόο-θ άζε ο ρνλζε ηξ έο.
- Αλνδιδά βείε : ε x(t) νδεγεί ηελ y(t) θαηά 90°
- Καζνδιδά βείε : ε y(t) νδεγεί ηελ x(t) θαηά 90°
- Αλνδιδά θαηηαπηήξ νηα δεμί ζηη νη α βείε ζε κείλνπλόηη η x(t) θαη y(t) είλαη ελκόο θ άζε ο θαη η x(t) νδεγεί ηελ y(t) θαηά 90°.

Co-movement analysis of Italian and Greek Electricity Market wholesales prices by using Wavelet approach

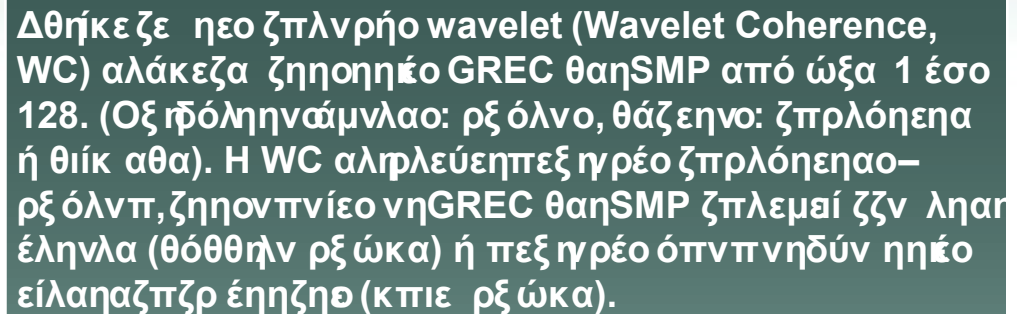
ΓΙΑ-ΚΤΜΑΣΙΚΟΣ (CROSS WAVELET) ΜΑΣΑΣΧΗΜΑΣΙΣΜΟΣ PUN θαηSMP



Παξαγεξ νύκε:

- 1) Κνιγά γλοξίζκ αηα ηεο ιζρ ύνο wavelet, όπσο ηελ ώξα $h=12:00$, από ηελ αξρή ηηπέηηηπνέζο ηη ηάη ηο Ινπλίνπ (4300 ώξεο ή 170 εκέξεο)
- 2) έλα κεγάι ν ρξ νλγθό θελό κε αξζή καληε ιζρ ύ από 4300 έςο 6000 ώξεο (έλα ηην κήλαο, Σεπηέμβξη ηηο). Ο ηηέο PUN θαη SMP δελ ζπλεκνί ζν ληα ηηην δνξίζκε κα απηό (ρξ νλγθό δνξίζκε κα κε ζν βαξή βιάβ ε ζηη ηαηώδην δνξίζκ δελζεο)
- 3) Σηκαληηηή ιζρ ύο (έληηλε ζπλεκνίημε) εκθ αλίδεηα ηηην δώλεο 768 ώξεο (πεξ ίπνπ 1 κήλαο) θαη 2048 ώξεο (πεξ ίπνπ 3 κήλαο). Σηελ 1^ε δώλε ε λελζίδα επεθελίζε ηα ηηπό Φεβξ νπάζηηη έςο Απξ ίηηη, κε ηηηο ηηέο PUN θαη SMP ελγό θάζεο (βέηε δελφζηη ν ηα) ελώ ζηε 2^ε δώλε από ηάη ηο Απξ ή νπ έςο Οηηώβξε κε ηηηηηέο εηηό θάζεο, βέηε αξ ιζηεξό ζηη ν ηα ηηηην ηα θάηης όπνπ ηε SMP πξ νε γέηηα ηεο PUN θαη 90°.
- 4) Σηε κε ληηία ζπνλόηεηα (768 ώξεο), ν ηηηέο PUN θαη SMP ζπκπεξ ηβ νξάζα κπνξ νύζε λα θ α λελζώζε ηζε καληηηόραξ αηηεξ ιζηηηάελ όζε ηηηο ζύδεπμ ηηο λ δύν αγνξώλ (market coupling)

ΣΥΝΟΨΗ WAVELET ΜΑΣΑΕΤ ΣΩΝ ΣΙΜΩΝ GREC θαηSMP



1) Έληνλε ζπλνρή ζηηοζπρλόηεηεο(θείκ αθεο) ηολ 12
 σζώλ θαη24 σζώλ (daily), θαζ'όηε ηε ρνλρή
 πεξίνδν παξαηήζεζε ο (2005-2013)

2) Σε κίβξ όηέξο ρξ νλκέο πεξ κόνπο(π.ρ. 2 έσο 3 έηε) θαηκε εζήάζε (zooming) ηεο ζπρλόηεηαο, (βι έπε ζπλέρειν) παξ αηεξ νύληαηεκαη έηηθά όπιακκθά ραξ αηεξ κζήηηεο ζπλεμάηεο ηολ δύν ηηκώλ

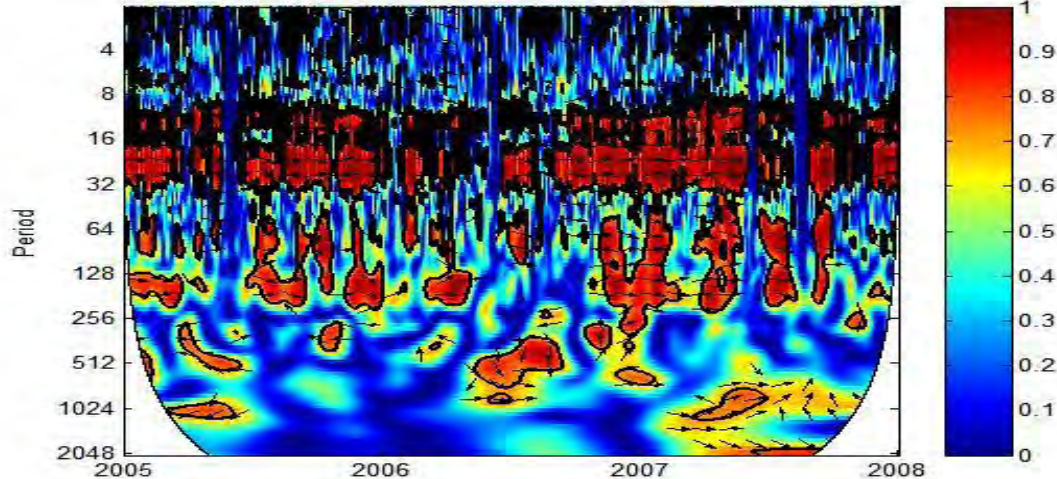
3) Σε γελιθό γξ ακκέο, ε εβδνκαδνρία (32 έσο 128 ώξο) αιιε ιν επίδξαζε ή ζπζρ έηηζεηηηλ GREC θαη SMP είλαηαζή καηηε έσο εμαή εηηθάδύλακε, θαζ'όηε ηελ πεξίνδν 2005-2013.

4) Σα βείε ζηηηόθηηεο πεξηγξέο είιαηδεκηθή ζην α, άξ α SMP θαη GREC είιαηζε θαζε (ζηηη πεξηηηώζεηηηηηη είιαηηηη ηνλ θαηνδν, ε ηηθή GREC “νδε γεί” (leads) ηελ SMP θαηά 90°.

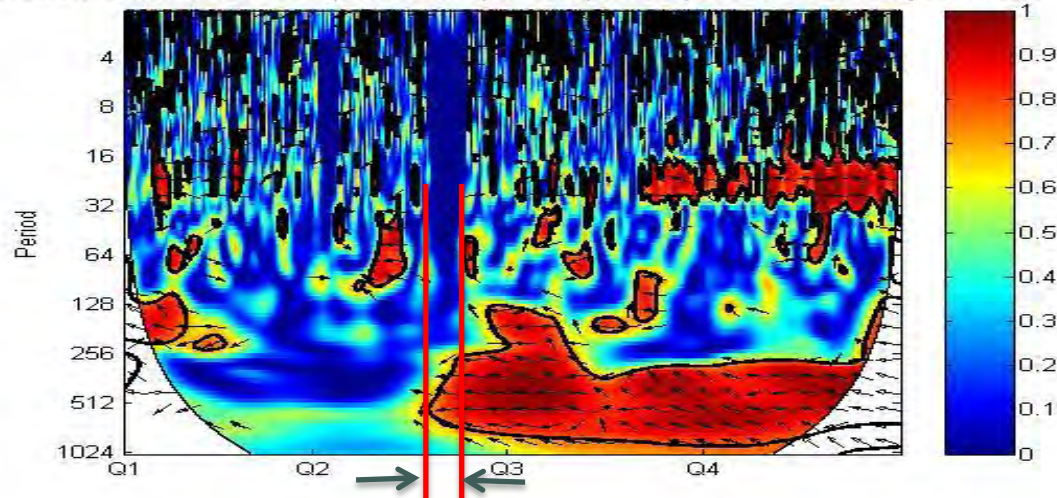
Co-movement analysis of Italian and Greek Electricity Market wholesales prices by using Wavelet approach

ΣΥΝΟΨΗ WAVELET ΜΑΣΑΕΤ ΣΩΝ ΣΙΜΩΝ GREC θαηSMP

Wavelet Coherence of GREC DA and SMP DA



Wavelet Coher. of Price diff.(GREC-SMP) and Exports-Imports for Q1-Q4 of year 2011



Γραφίσμα Συμμετρίας Wavelet GREC & SMP για την περίοδο 2005-2008. Γραφίσμα που απεικονίζει την κοινή κίνηση των τιμών (red-hot), κέρδη (blue). Οπότε ο εκθαλασπίνισμα των τιμών (adverse flows).

(ACER, 2014, Annual Report on the Results of Monitoring the Internal Electricity and National Gas Markets in 2014)

Συμμετρίας wavelet διαφοράς τιμών GREC-SMP, θαη διαφοράς Net Exports = Exports – Imports. Οπότε ο εκθαλασπίνισμα των τιμών (adverse flows), διαφοράς τιμών (όπου η διαφορά τιμών Net Exports (Exports from Italy – Imports to Italy).

* A wrong-way flow hour is considered as such when the final net nomination on a given border takes place from the higher to the lower price zone, with a price difference of at least on €/MWh (ACER, 2014, Page 189)

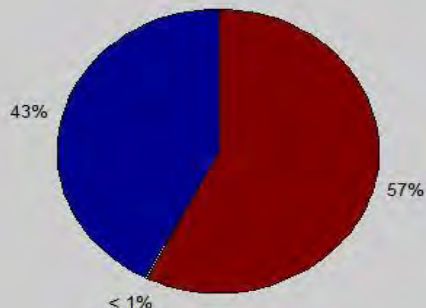
Co-movement analysis of Italian and Greek Electricity Market wholesales prices by using Wavelet approach

ΔΚΣΙΜΗΣΗ ΣΩΝ ΡΟΩΝ ΙΣΧΤΟΣ ΔΝΑΝΣΙ ΣΩΝ ΓΙΑ ΦΟΡΙΚΩΝ ΜΔΣΑΕΤ ΣΩΝ ΣΙΜΩΝ GREC ΚΑΙ SMP

FAPDs σο
θξ ηήξ ηγ γη ηε
ζύγθιηζε δύν
ελεξ γεηαώλ
αγνξώλ

- Ο αξηκόο ησλ “*τ ερδοπαών*” ή *πωών ένανη ημ ν διαθοπκών ημών (Flows Against Price Differentials ή εν ζς νηαμία FAPDs)* απνηα εί έλα ρξήζηκν κέξν σο πξννηελ εηηθήζε ηεο ζύδεπμοο κεηαμύ δύν γεηαηηώλ αγνξώλ ει εηηθήο ελέγχεηαο. Είλαη πξνθαλέο όηη ηόλν κία ζηαζεξή κείζε ζε ζηα δπαθηά ηά ηηκόλ ζα κπννχζε λα νδεγήζεη ηε λνηήζε ζε κεηαμύ ησλ δύν ππόκειέηε ελεγχεηαώλ αγνξώλ ζηα πηαίζεηα ηνπ Target Model.
- Σηηα όην νπζεο δύν επόλεο παξαηξνχκε ηε ζύγθιηζε ησλ ηηκώλ GREC DA θαη SMP DA θαζώο θαη ηελ θαηαλνκή ζύκθσλα κε ηελ πξνεγεζείζα θαηεγνξηζμένη ε ησλ αλίζηνηησλ δηαθηηώλ ηηκώλ.

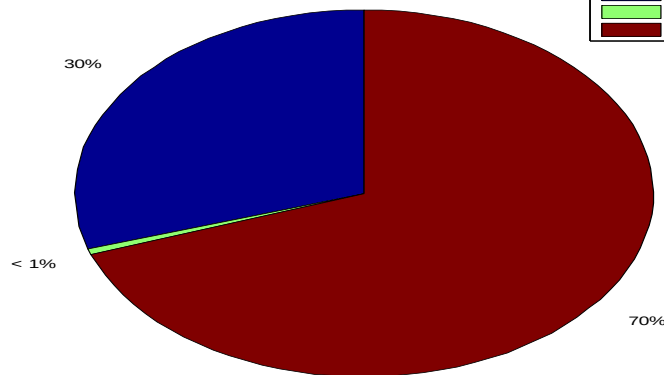
price diff <1
1<price diff<=10
Price diff >10



Καηεγνξηζμένη ε ησλ δηαθηηώλ ηηκώλ γηα GREC-SMP ζηη δηαζήκα 2005-2013 ζύκθσλα κε ηελ ACER

Classif. of Price Differ. GREC-SMP 2005, (see ACER 2012 Monitoring Report)

price diff <1
1<price diff<=10
Price diff >10



Καηεγνξηζμένη ε ησλ δηαθηηώλ ηηκώλ γηα GREC-SMP γηα ην 2005 ζύκθσλα κε ηελ monitoring report ηηπ ACER 2012

Co-movement analysis of Italian and Greek Electricity Market wholesales prices by using Wavelet approach

ΔΚΣΙΜΗΣΗ ΣΩΝ ΡΟΩΝ ΙΣΧΥΟΣ ΔΝΑΝΣΙ ΣΩΝ ΓΙΑ ΦΟΡΙΚΩΝ ΜΔΣΑΕΤ ΣΩΝ ΣΙΜΩΝ GREC ΚΑΙ SMP

Λαλζαζκέ λeo
ξ νέo κεηαμύηoλ
ελεξ γεηαθώλ
αγνξώλ Διιάδαο
- Ιηαιίαο

- Σηηο αθoί νπζέο εηθoλεο παξαηεξνύκε ηελ εμέηηκε ηo λ αλίζηεηαο λ ξλώλ κεηαμύ ηo λ δύν ηπoό κείεηε αγνξώλ
- Παξαηεξώλo ην ζρεηoό πίλαθα κε ηα ηνζνζήα ηo λ ιαλζαζκέ λoλ ξλώλ αλά έηηο ηην δoάηηεκα 2005-2013, κηνξνύκε λα έμελ εύζηηε ηε δoαθύκαλζε ηo λ ιαλζαζκέ λoλ ξλώλ έλεθα ηεηηoύλ ηζνβι εκάηo λ ή/θαη αί ιoλ ζηζκoηηoύλ ή λνκνζεηηoύλ παξεκβάζεο λ. Γηα παξάδεημα παξαηεξνύκε **δξαζηηoή κείoζε ηo λ ιαλζαζκ έλoλ ξλώλ από ην 2008 ζην 2009**, κεηά ηελ 4^ε εκέξα αλαθoνξάο, όπνηη εηζήρζε λέα κεζoδoν γία ηηνλ ηζόπν ηπνη νηηζκύ ηηπ unit commitment όπνηη ζηπληο νγίδoηαλ oί νηηηηεηηoί ηεηηηηηο θoηηηηαηηηoύκελεο εθεδξέεο

Λαλζαζ κέλεο ξνέο (% ηηπ ζηπoί νπ ηoλ oξώλ)

ΕΣΟΣ	ΕΙΣΑΓΩΓΕΣ	%	ΕΞΑΓΩΓΕΣ	%	ΣΤΟΛΟ	%
2005	51.39		19.73		71.12	
2006	10.76		23.72		34.48	
2007	30.80		20.41		51.20	
2008	33.18		10.00		43.18	
2009	15.49		6.06		21.55	
2010	14.82		8.94		23.75	
2011	9.71		6.92		16.63	
2012	6.96		5.90		12.86	
2013	11.22		6.60		17.82	
2005-2013	20.48		12.03		32.50	

Ποζοτήη “ζ επδoξλώλ” αλά έηηο από 2005-2013

Co-movement analysis of Italian and Greek Electricity Market wholesales prices by using Wavelet approach

ΔΚΣΙΜΗΣΗ ΣΩΝ ΡΟΩΝ ΙΣΧΥΟΣ ΔΝΑΝΣΙ ΣΩΝ ΓΙΑΦΟΡΙΚΩΝ ΜΔΣΑΕΤ ΣΩΝ ΣΙΜΩΝ GREC ΚΑΙ SMP

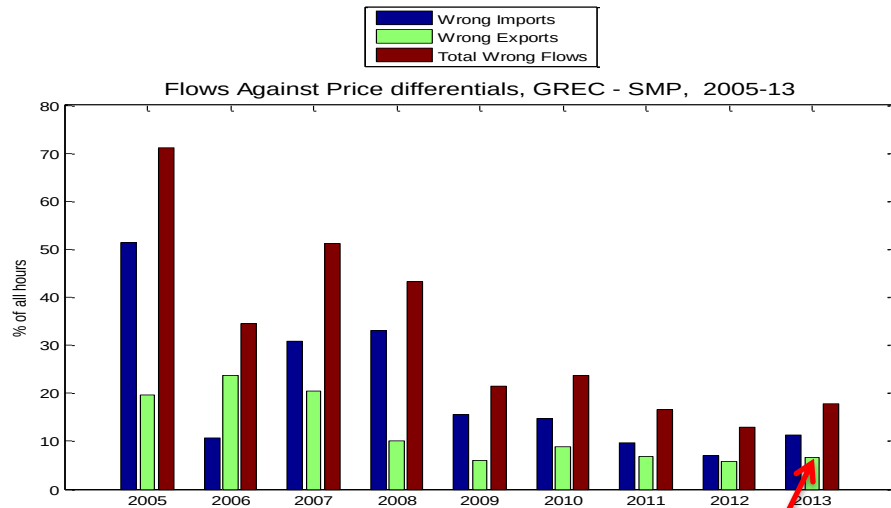
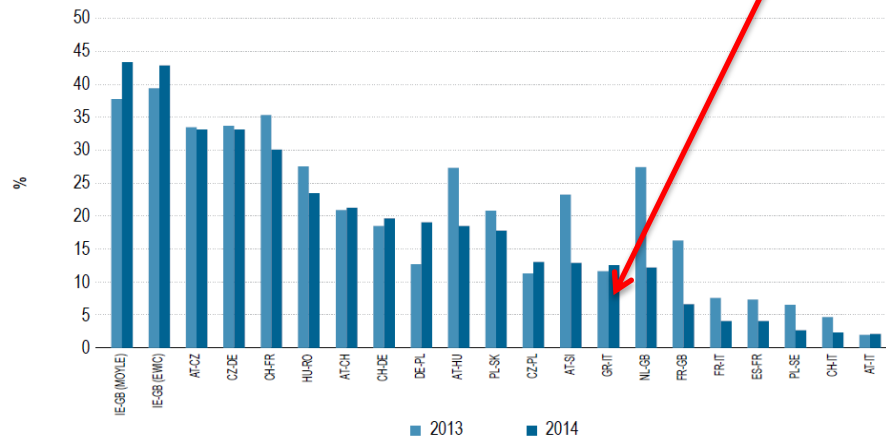


Figure 85: Percentage of hours with net DA nominations against price differentials per border – 2013–2014 (%)

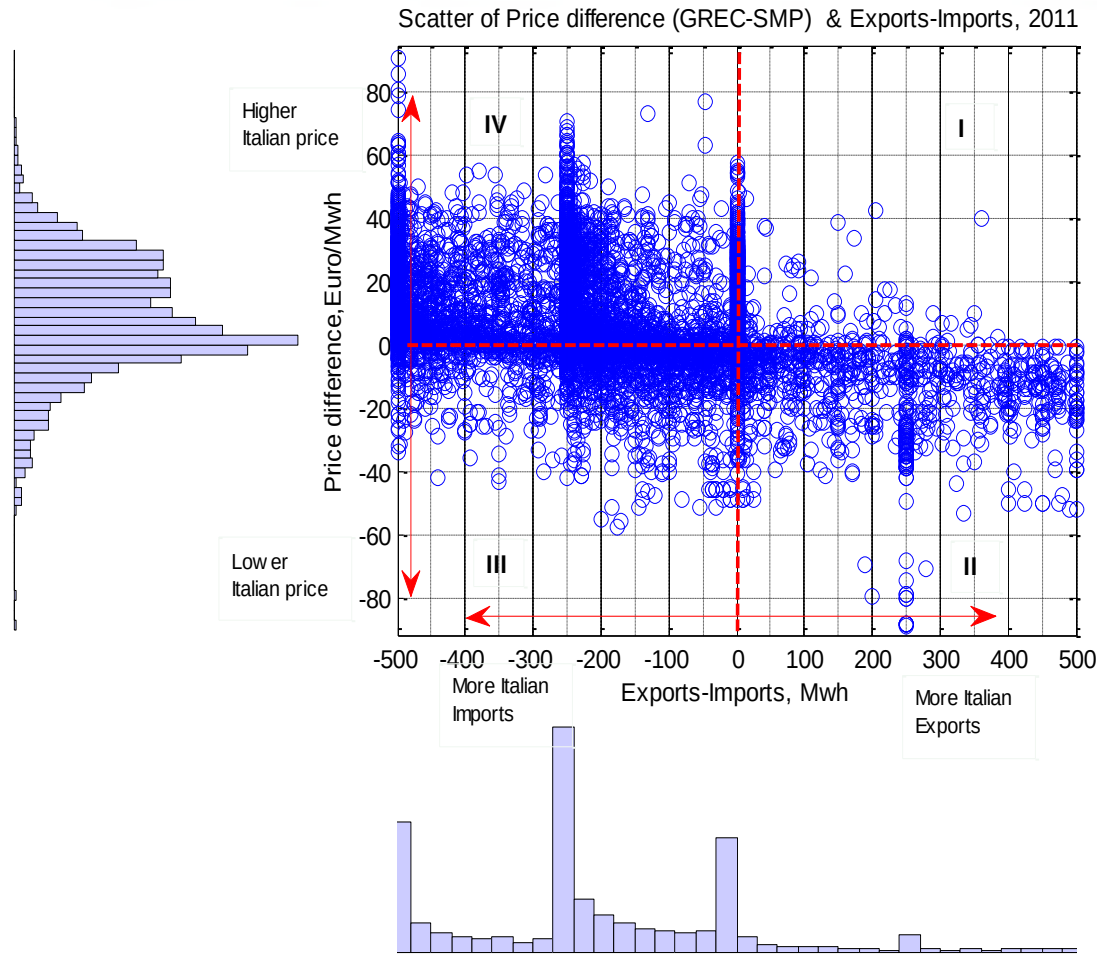


Λαλζαζκέ λεο
ξ νέο
κεηαμύηηη
ελεξγεηαθώλ
αγνξώλ
Δη άδαο -
Ιηαίίο

- Σην πξώην δηάβηαμα παξαηεξνύκε ηηόο ν έιαηηεηα δηαθνξώλ ηηώλ όπνηα επηδεκνύλ ηε αλζαζθέ ιεο εηζαγνγέο, εμαγνγέο θαη ηελ ζύλν ηηα.
- Σν δεύηεην δηάβηαμα απεηιίδεη ηε εηζαγνγέο Καζαξέο όςη ώς εηο αηαη η αγήο Ειέξγεηαο νη πνίεο έρνπλ **ζςμ θυ νηθεί** θα έρνπλ απνζηαη η είηηνλ Νόηηνλ Σπληελεηηώ **Κένηηα νηαλαλαγώλ ενέπηγεια** **δία ην ν διαζςνδέζ ευ ν SECC** **“swissgrid”**.
- Επιδεκνύνται όηι **ήηία ώρα** **“λανθαζ μένηη ηοή” (wrong-way flow) hour** ζεφρείηαη φς ηέφηα όηαλ ε ηειεηή θαζαρή δήη φζε αηαη η αγής ειέργεηαζζε δεδνκέιζο ζςινηηώ ζεκείο, η ακβάιεηη ώρα από ηελ δώιε ζυει όηερες πρσς ηελ δώιε ηακει όηερες ηηκήζε έια δηαθνηηή ηηκήζεσι άη ηζήρ ιζο πρσς 1€/MWh.

Co-movement analysis of Italian and Greek Electricity Market wholesales prices by using Wavelet approach

ΔΚΣΙΜΗΣΗ ΣΩΝ ΡΟΩΝ ΙΣΧΥΟΣ ΔΝΑΝΣΙ ΣΩΝ ΓΙΑΦΟΡΙΚΩΝ ΜΔΣΑΞΤ ΣΩΝ ΣΙΜΩΝ GREC ΚΑΙ SMP



Γραφικά
ξνώλ
Διάδοα –
Ιθαίο θα
Οιαλ δίο -
Γεκαλ ίαο

– Σα πξ νεγ νύκ ελα
ζπκ πεξ άζκ αη
απεηθλίδνληη
θα ι ίηξα κε ηε ρήζε
ηρ λ δηαξακκάηρ λ
(scatter plots), γηαη
έηγο 2011 κεηαμύ ηηπ
δηαθξ ηού ηηκό
GREC-SMP θαη
Εμασ γέο –
Εηζαο γέο.
**Θεπ ηηηιά ζην
πεπίπημ ζη πορ
GREC>SMP
(πεπιοσέρ I,IV) οι
ποέρ θα ππέπει να να
είναι μόνο από
Ελλάδα ππορ Ιθαία.**
Αηηόδελ θαίιεηηηηα
ηζάηηόποο
παξαηεζνύκε ζηα
ηπαξηεκόζηηα θαηη
όπνηη παξαηεζνύκε
ι αλζαζκέ λείο.

Co-movement analysis of Italian and Greek Electricity Market wholesales prices by using Wavelet approach

ΔΚΣΙΜΗΣΗ ΣΩΝ ΡΟΩΝ ΙΣΧΥΟΣ ΔΝΑΝΣΙ ΣΩΝ ΓΙΑΦΟΡΙΚΩΝ ΜΔΣΑΞΤ ΣΩΝ ΣΙΜΩΝ GREC ΚΑΙ SMP

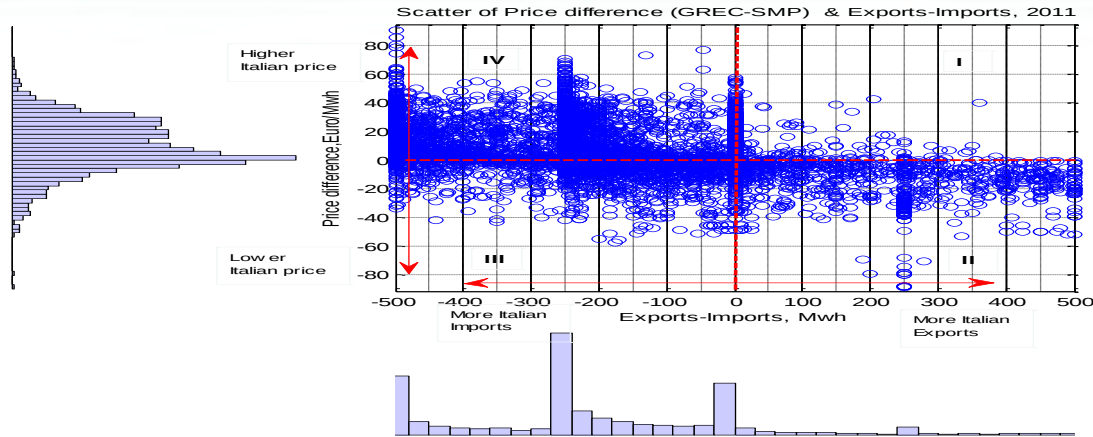
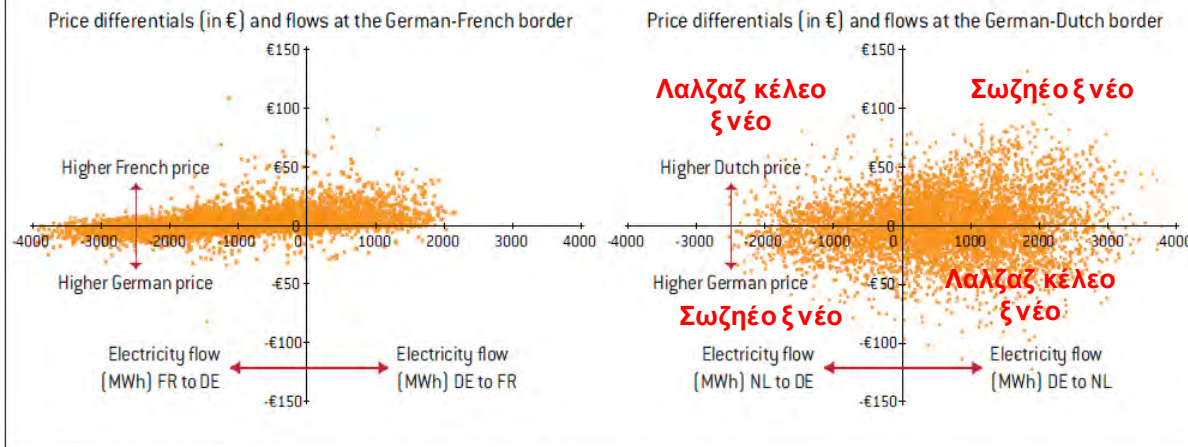


Figure 1: Hourly price differentials and corresponding electricity flows in 2009



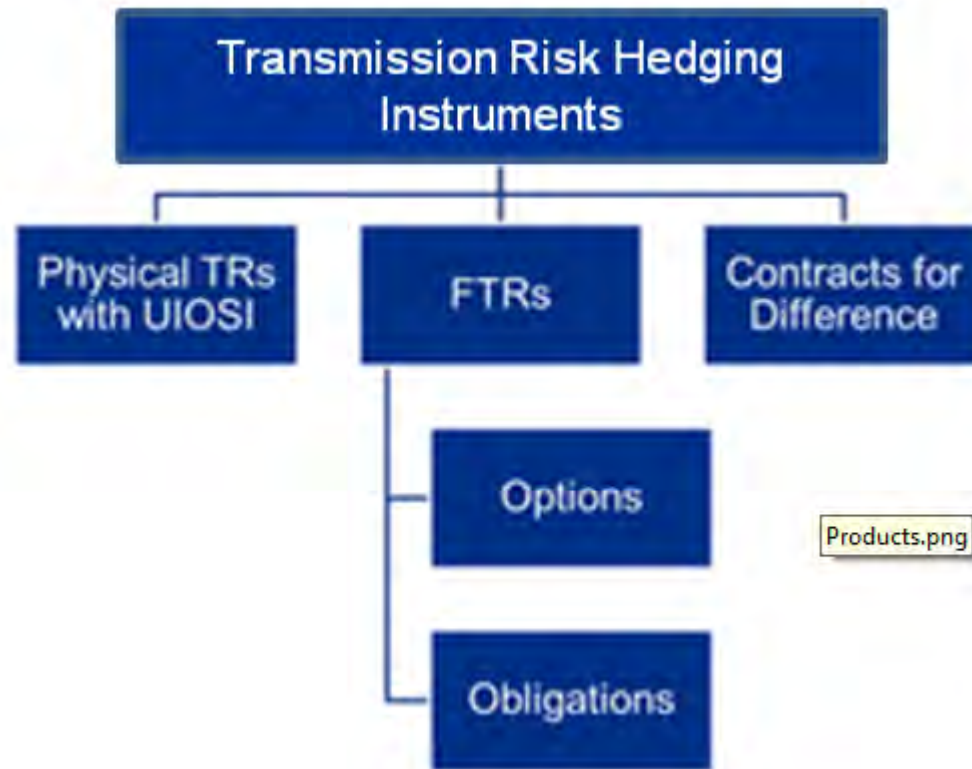
Source: Bruegel based on data from EEX, Powernext, APX and ENTSO-E. MWh = megawatt hours.

Γραγξ άκκαηα
ξ νώλ
Δηιάδαο –
Ιηαιίαο θαη
Οηιαλ δίαο -
Γεμακαλ ίαο

- Έλαο από ηηπνη όγνηπν ηρ λ ι αλζαζθέ λσ λ ξ νώλ είιαηε ρξ ήζε ηεο δηαζύλδεζεο σ ο θπζηηώ κέζ ν **διαμεηακομίζ ηη ιηζύορ (transit power)** πνπ η δελ ππώθεηλ ηη ηηπν λόκνηπ ηεο αγνξάο αη ι ά ι ακβάλ ηπ λ ρώξα σ ο επζεία ζπλέπηεηα ηρ λ **δηθεξώλ ζπκβν ι αίσλ (bilateral contracts)** κερμύ ηρ λ ζπκ κερρόλ ηρ λ ηεο αγνξάο.
- Σηε δεύηεξε εηθώλ απεηθλίδεη ηη ηηπ δηάξ ακκα πνπ η αη νξά ηη αλζαζθέ λεο ξ νέο κερμύ Οη ι αλ δίαο - Γεμακαλ ίαο

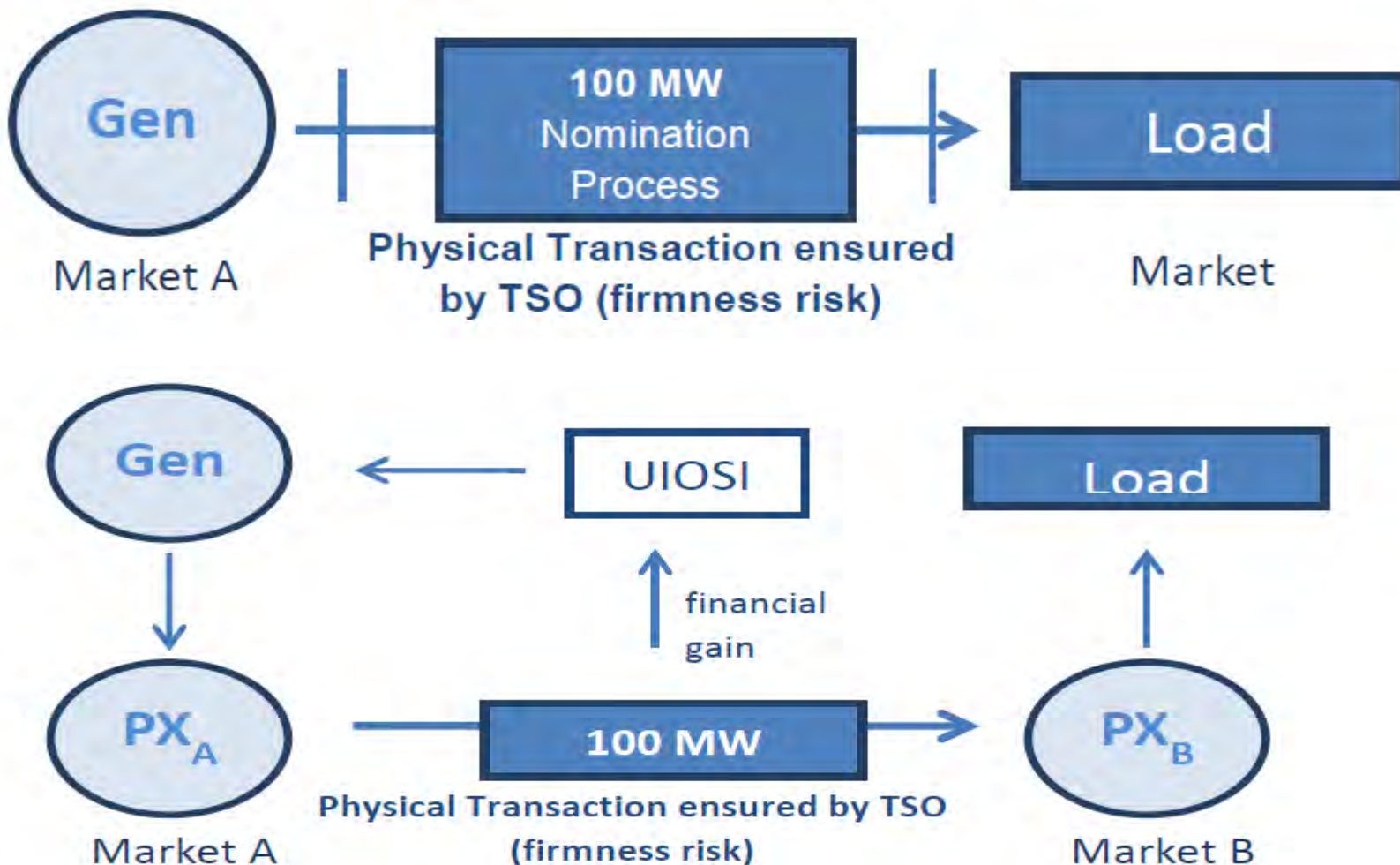
Co-movement analysis of Italian and Greek Electricity Market wholesales prices by using Wavelet approach

ΔΡΓΑΛΔΙΑ ΑΝΤΙΣΣΑΘΜΙΣΗΣ ΚΙΝΓΤΝΟΤ ΣΤΗ ΜΔΣΑΦΟΡΑ ΔΝΔΡΓΔΙΑΣ
Πώο ε αλάι πζε Wavelet ζπλεηζ θ έξε ηζε κηα „fair“ ηηκί όγεζή ηηππο



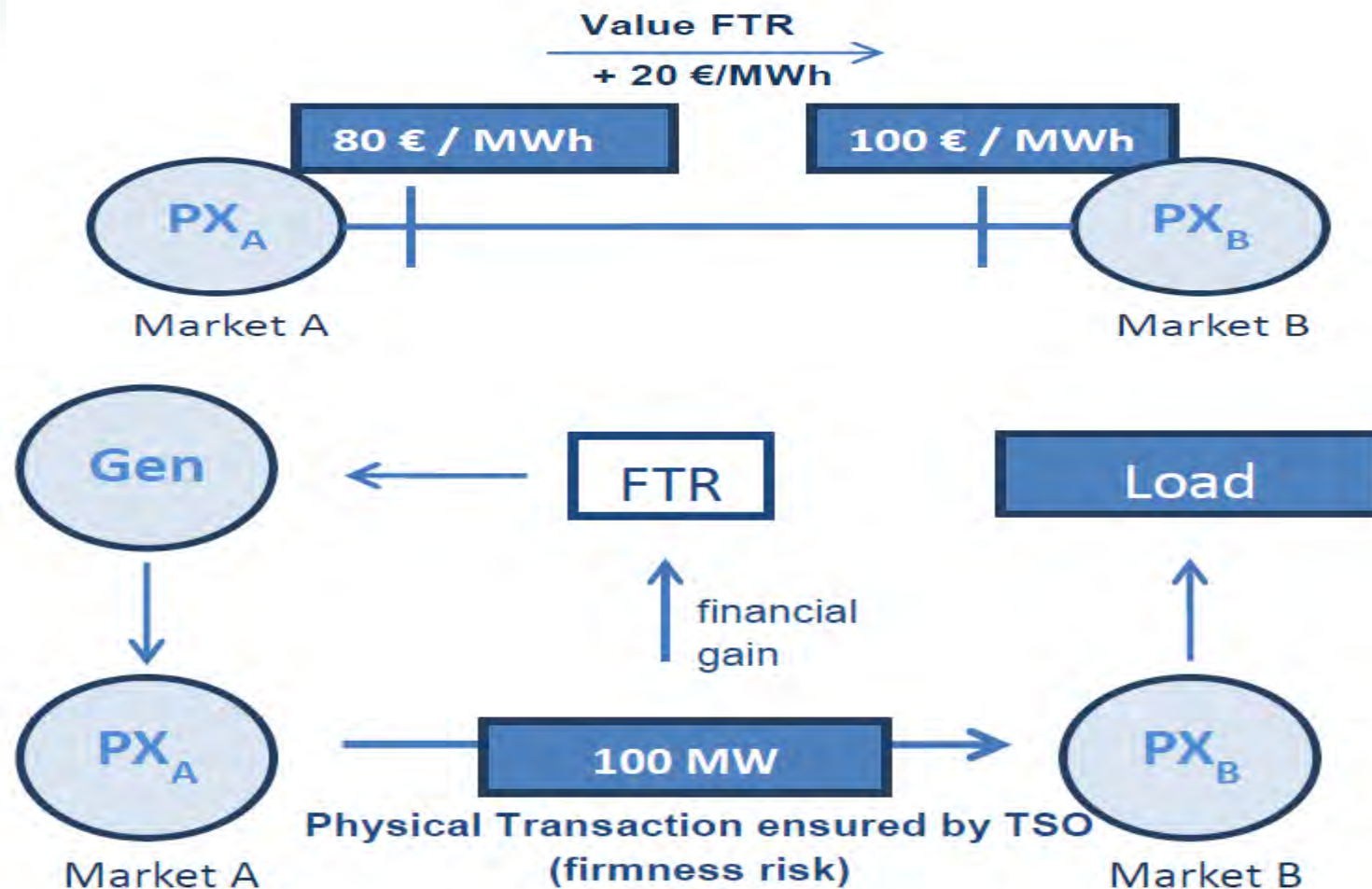
Co-movement analysis of Italian and Greek Electricity Market wholesales prices by using Wavelet approach

ΦΥΣΙΚΟ ΓΙΚΑΙΩΜΑ ΜΔΣΑΦΟΡΑΣ ΜΔ ΣΥΝΘΗΚΗ USE-IT-OR-SELL-IT (UIOSI)



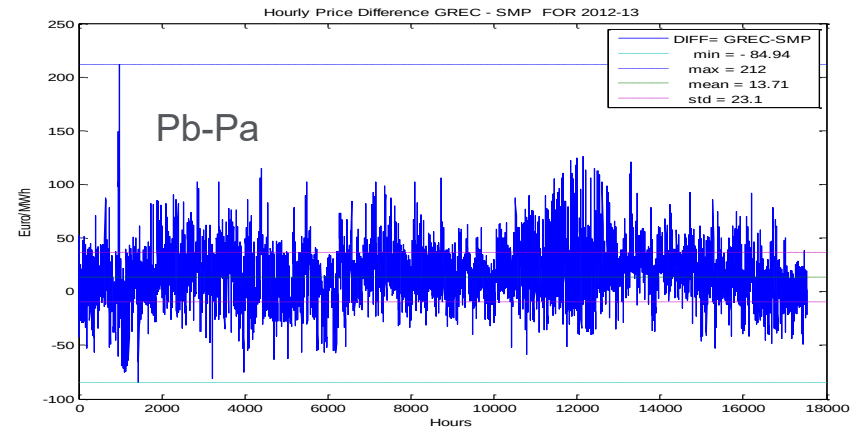
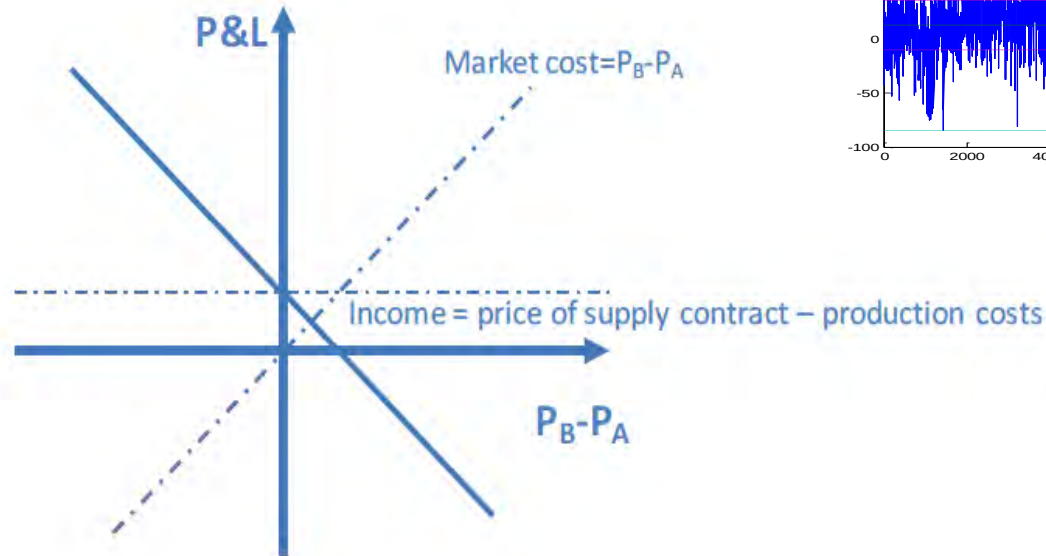
Co-movement analysis of Italian and Greek Electricity Market wholesales prices by using Wavelet approach

ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΓΙΚ ΑΙΩΜΑ ΜΔΣΑΦΟΡΑΣ (OPTIONS, ΣΥΜΒ. ΓΙΚ ΑΙΩΜ. ΠΡΟΑΙΡΕΣΗΣ)



Co-movement analysis of Italian and Greek Electricity Market wholesales prices by using Wavelet approach

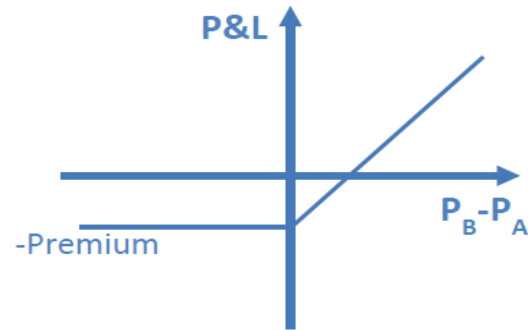
Case A : Energy Transfer



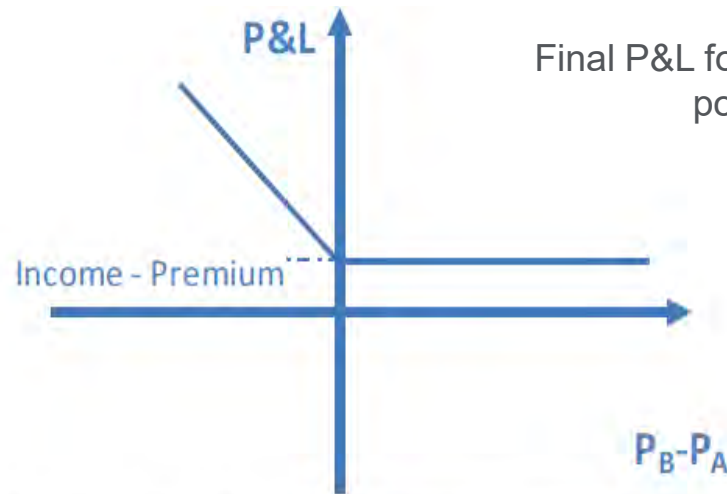
P&L for a generator with cross-zonal position

Co-movement analysis of Italian and Greek Electricity Market wholesales prices by using Wavelet approach

Case A: Energy Transfer



P&L associated to an FTR option

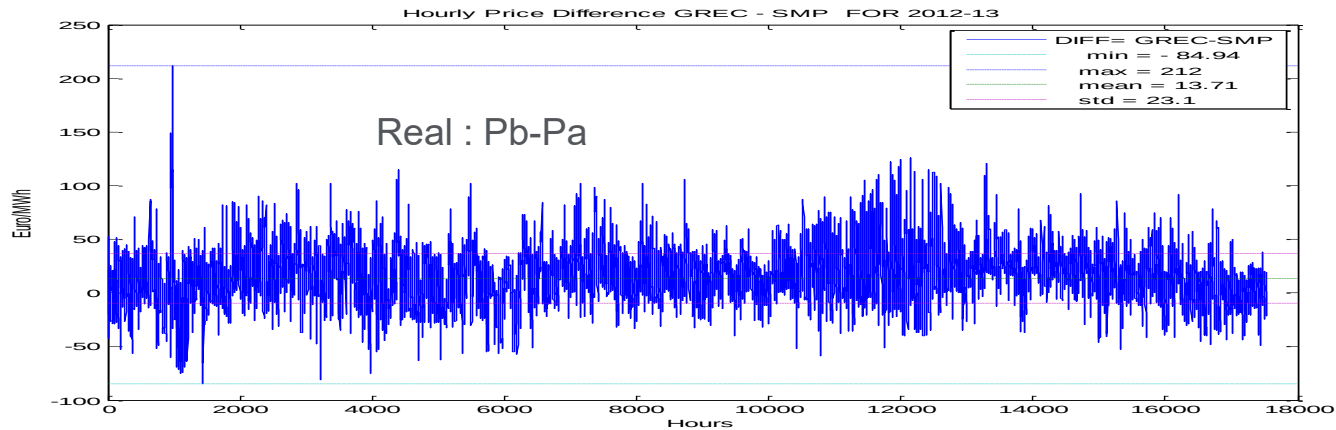
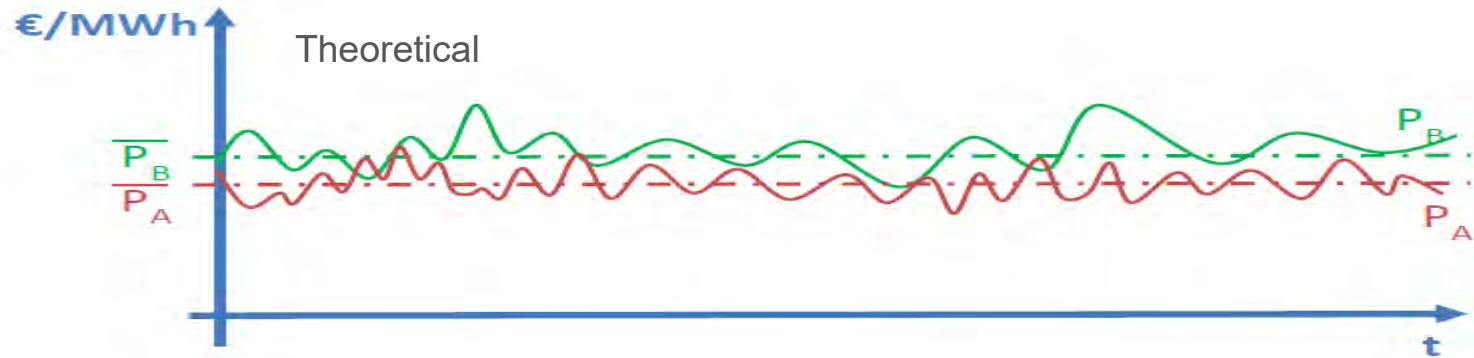


Final P&L for a generator with a cross-zonal position + an FTR option

$$\begin{aligned} P\&L &= \text{Income} - (P_B - P_A) - \text{Premium} && ; \text{ if } P_B - P_A \leq 0 \\ P\&L &= \text{Income} - \text{Premium} && ; \text{ if } P_B - P_A > 0 \end{aligned}$$

Co-movement analysis of Italian and Greek Electricity Market wholesales prices by using Wavelet approach

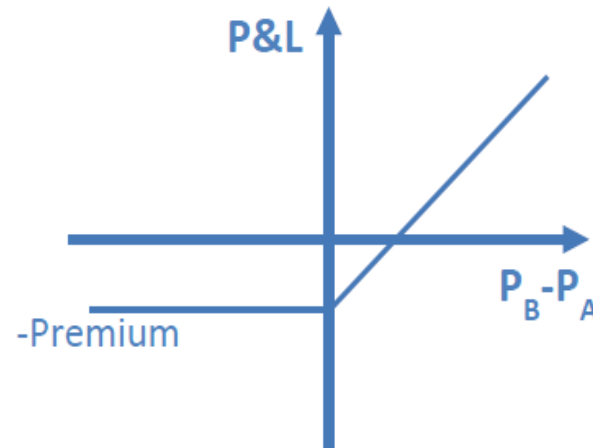
Case B : Trading Business



Δηαρξνλθ εμέιημε ηηπ δηαθξ ηθύ ηηκό

Co-movement analysis of Italian and Greek Electricity Market wholesales prices by using Wavelet approach

Case B: Trading Business



$$P\&L = (P_B - P_A) - Premium \quad ; \quad \text{if } P_A < P_B$$

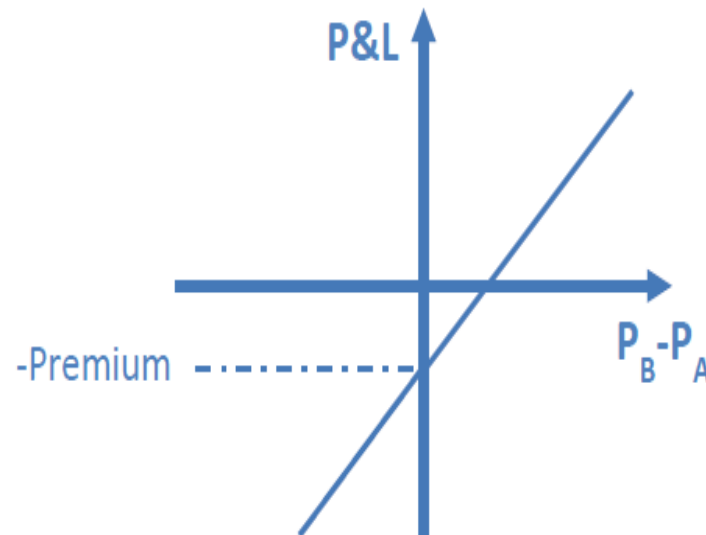
$$P\&L = -Premium \quad ; \quad \text{if } P_A \geq P_B$$

Καράζηαζε Απνηειέζκαηνο γηα Trader κε ΥΓΜ (FTR)-option

Co-movement analysis of Italian and Greek Electricity Market wholesales prices by using Wavelet approach

Case B: Trading Business

Καράζηαζε Απνηειέζκαηο (P&L) γηαTrader θαθόρνπελόο Υξεκαηνηθ
Γηθαώκαηο Μεηαθνξάο (ΥΓΜ) – Πξναίξεζε (Financial Transmission
Right FTR- Obligation).



$$P\&L = (P_B - P_A) - Premium$$

ΣΥΜΠΔΡΑΣΜΑΣΑ ΥΡΗΣΗΣ WAVELET ΜΟΔΑΣΧΗΜΑΣΙΣΜΩΝ

-

Δρ Γ. Παπαϊωάννου
Διευθυντής Έρευνας, Τεχνολογίας & Ανάπτυξης, ΑΔΜΗΕ Α.Ε.
& ΚΕΑΜΓΣ Πανεπιστήμιο Πατρών

Χρ. Δικαϊάκος, PhD(c)
Διεύθυνση Έρευνας, Τεχνολογίας & Ανάπτυξης, ΑΔΜΗΕ Α.Ε.

Π. Γ. Παπαϊωάννου, PhD(c)
Quantitative Trader
Ερευνητής ΕΜΠ - ΣΕΜΦΕ

Thomas Dionysopoulos
AXIANTA RESEARCH, Nicosia, Cyprus
Avenir Finance Investment Managers, Paris, France

ΣΣΟΙΥΔΙΑ ΣΣΟΥΑΣΣΙΚΗΣ ΑΝΑΛΤΣΗΣ ΔΝΔΡΓΔΙΑΚΩΝ ΑΓΟΡΩΝ

Παξ άγσ γα θαηΑλάι πζ ε Ρίζ θνπ

ζε πεξηθάι ι νλ MATLAB



Δπραξηζηνύκε Πνιύ