

# 2<sup>nd</sup> Energy Tech Forum

## ForecastXM™

Πρόβλεψη ζήτησης Φυσικού Αερίου  
μέσω χρήσης τεχνικών και αλγορίθμων μηχανικής μάθησης

Η SaaS ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΤΗΣ EX MACHINA

---

Αθήνα, Νοέμβριος 2017

# Περιεχόμενα

<b>Περιεχόμενα</b>	<b>1</b>
<b>Περίληψη</b>	<b>2</b>
<b>Abstract</b>	<b>3</b>
<b>Η νέα αγορά φυσικού αερίου</b>	<b>4</b>
<b>Υφιστάμενες λύσεις</b>	<b>5</b>
<b>Η λύση της Ex Machina</b>	<b>5</b>
Weather ex Machina (WxM)	6
ForecastXM	7
Ικανότητα πρόγνωσης	8
ForecastXM Demo	9
<b>Η εταιρία</b>	<b>9</b>

# Περίληψη

Οι καιρικές συνθήκες παίζουν καθοριστικό ρόλο στο σημερινό λειτουργικό περιβάλλον της παραγωγής ενέργειας και παροχής φυσικού αερίου. Συνεπώς η ακρίβεια στην πρόγνωση καιρού επηρεάζει στρατηγικές, λειτουργικές και επιχειρηματικές διαδικασίες. Η ακρίβεια της βραχυπρόθεσμης πρόγνωσης -μίας ημέρας μπροστά- θερμοκρασίας είναι κρίσιμη στην πρόβλεψη φορτίου, παραγωγής και ζήτησης ενέργειας. Μεγάλη αξία έχει και η βελτίωση της πρόγνωσης για περισσότερες ημέρες μπροστά, 7-10, ή μακροπρόθεσμα για ολόκληρο το έτος, για λόγους προγραμματισμού συντήρησης και ελέγχων και για πρόβλεψη εξισορρόπησης προσφοράς - ζήτησης.

Οι εταιρίες υποχρεούνται να παρέχουν προς τον Διαχειριστή εκτίμηση επόμενης ημέρας (Ημερήσια Δήλωση) για την παραγόμενη ενέργεια ή αντίστοιχα την ποσότητα ΦΑ που επιθυμούν να δεσμεύσουν. Οι εκτιμήσεις αυτές επηρεάζονται άμεσα από δεδομένα πρόγνωσης καιρού, καθιστώντας την ακρίβεια μια κρίσιμη παράμετρο για την αποδοτική λειτουργία και τη βελτιστοποίηση των εξόδων της εταιρίας.

Το 2018 αναμένεται να τεθούν αυστηρότερα όρια ανοχής για την ικανότητα πρόβλεψης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ή κατανάλωσης ΦΑ, γεγονός που θέτει την ανάγκη για ακόμα μεγαλύτερη ακρίβεια και αξιοπιστία πρόγνωσης.

Οι παραδοσιακές προσεγγίσεις στην πρόγνωση καιρού βρίσκονται -δυστυχώς- αρκετά πίσω από τις απαιτήσεις του τομέα, καθώς απαιτείται όλο και μεγαλύτερη ακρίβεια, ολοκλήρωση με πληροφοριακά συστήματα και προσαρμογή στα ιδιαίτερα λειτουργικά χαρακτηριστικά του πελάτη. Στην Ex Machina (EXM) αντιμετωπίζουμε αυτή την πρόκληση με το Weather ex Machina SaaS. Η υπηρεσία αξιοποιεί μετεωρολογικά δεδομένα από πολλαπλές πηγές για να συνθέσει την πιο αξιόπιστη και ακριβή τοπική πρόγνωση, χρησιμοποιώντας ένα μοναδικό συνδυασμό από τεχνικές στατιστικής ανάλυσης και μηχανικής μάθησης. Η υπηρεσία αυτή αποτελεί τη βάση για την πρόβλεψη παραγωγής / ζήτησης ενέργειας και ΦΑ προσαρμοσμένης στις ανάγκες της εκάστοτε εταιρίας. Η προσέγγιση αυτή την καθιστά αποτελεσματικό εργαλείο διαχείρισης ρίσκου για μεγέθη ευαίσθητα στις μετεωρολογικές συνθήκες, όπως η ενέργεια.

Η υπηρεσία αυτή παράγει ήδη αξία για σημαντικούς πελάτες όπως η Εταιρία Παροχής Αερίου Αττικής, ο ΑΔΜΗΕ, η ΚΑΥΚΑΣ, η Delphis και ο Διεθνής Αερολιμένας Αθηνών.

Συγγραφείς: **Βασίλης Χρυσός, Μανώλης Νικηφοράκης, Στράτος Θεοδώρου**

Ex Machina (<http://exm.gr>)

Διεύθυνση: Λεωφόρος Ανδρέα Συγγρού 190 (κτίριο EGG), 176 71, Καλλιθέα

email: [connect@exm.gr](mailto:connect@exm.gr)

Τηλ. 2152157552

# Abstract

Weather conditions play a key role in the current operating environment of power generation and gas supply, therefore weather forecast accuracy affects strategic, operational and business processes. The accuracy of a short-term forecast -one day ahead- of temperature is critical in predicting load, production and energy demand. Accuracy improvement for several days ahead, 7-10 or yearly long term forecasts, is also of great value for maintenance and control planning purposes and for supply-demand balancing.

Companies operating in this domain are required to provide the Operator with a next day estimate (Next Day Commitment) for produced energy or natural gas they wish to bind. These estimates are directly affected by weather conditions, thus weather forecasting accuracy is a critical parameter for optimizing operation and minimizing the company's costs.

In 2018 tighter tolerance limits for electricity and gas demand forecast are expected to be put into force in Greece for the Next Day Commitment, which raises the precision and predictability requirements barrier.

Traditional approaches to weather forecasting are -unfortunately- well behind the sector demands, as even better accuracy, integration with information systems and data adaptation to the client's highly functional features are increasingly required. At Ex Machina (EXM) we are facing this challenge with the *Weather ex Machina* Software as a Service. The service utilizes meteorological data from multiple sources to compose the most reliable and accurate local weather forecast using a unique combination of statistical analysis and machine learning techniques. An energy/gas production/demand forecast customized to each company's needs is build on top of this weather forecast. This approach renders the service an efficient risk-management tool further enabling the forecasting of any weather sensitive resources or products, in addition to energy/gas.

This service is already adding value for prominent customers such as Attiki Gas Company, ADMIE, Kafkas, Delphis and Athens International Airport.

# Η νέα αγορά φυσικού αερίου

Από 01/01/2018 ανοίγει η αγορά φυσικού αερίου στην Ελλάδα και πλέον οι καταναλωτές θα μπορούν να επιλέξουν τον πάροχο ΦΑ από τον οποίο επιθυμούν να εξυπηρετηθούν. Το τοπίο της επόμενης ημέρας στην αγορά ΦΑ έχει ήδη ξεκινήσει να διαμορφώνεται εδώ και καιρό, με τη ΡΑΕ να έχει παραχωρήσει μέχρι σήμερα (2017) άδεια παρόχου ΦΑ σε περισσότερες από 40 εταιρίες. Πολλές από αυτές θα ξεκινήσουν να δραστηριοποιούνται στη νέα αγορά από τις αρχές του 2018.

Οι εταιρίες που δραστηριοποιούνται στην παροχή ΦΑ (Πάροχοι) υποχρεούνται να υποβάλλουν καθημερινά στον Διαχειριστή *εκτίμηση επόμενης ημέρας* (Ημερήσια Δήλωση) για την ποσότητα ΦΑ που επιθυμούν να δεσμεύσουν σε κάθε σημείο ενδιαφέροντος (εικονικό ή πραγματικό) του αγωγού. Ο Διαχειριστής υλοποιεί την *κατανομή* της δυναμικότητας κάθε σημείου λαμβάνοντας υπόψη το σύνολο των επιμέρους ημερησίων δηλώσεων. Η ποσότητα που δηλώνει ο εκάστοτε Πάροχος ΦΑ για την επόμενη ημέρα οφείλει να βρίσκεται μέσα σε συγκεκριμένα όρια ανοχής σε σχέση με την ποσότητα που τελικά χρησιμοποίησε, διαφορετικά υποχρεούται να καταβάλλει κάποιο χρηματικό ποσό εν είδει “προστίμου”.

Συγκεκριμένα, σύμφωνα με την παρ. 1 του Άρθρου 29 της πιο πρόσφατης (3ης) αναθεώρησης του Κώδικα Διαχείρισης του ΕΣΦΑ (2017),

*“Κάθε μέρα κατά την οποία η Ποσότητα που κατανέμεται στο Χρήστη Μεταφοράς [...] υπερβαίνει ή υπολείπεται της αντίστοιχης Επιβεβαιωμένης Ποσότητας παράδοσης [...] κατά ποσοστό μεγαλύτερο του 5% (Όριο Ανοχής Προγραμματισμού), ο Διαχειριστής χρεώνει το Χρήστη Μεταφοράς με τη Χρέωση Ημερήσιου Προγραμματισμού.”*

Με άλλα λόγια, ο πάροχος ΦΑ επιβαρύνεται με πρόστιμο για κάθε ημέρα κατά την οποία η πρόβλεψη ζήτησης ΦΑ που έχει δηλώσει υπερβαίνει το όριο που τίθεται από τον ισχύοντα Κανονισμό Διαχείρισης. Το όριο αυτό είναι σήμερα  $\pm 5\%$  και θα μηδενιστεί σταδιακά ως το 2019. Συγκεκριμένα, σύμφωνα με την παρ.2, Άρθρο 59 του Κώδικα:

*“Τα Όρια Ανοχής καθορίζονται σε:*

*A)  $\pm$  δέκα τοις εκατό ( $\pm 10\%$ ), μέχρι τη θέση σε λειτουργία του βάρθρου εξισορρόπησης από τον Διαχειριστή του Συστήματος Μεταφοράς.*

*B)  $\pm$  πέντε τοις εκατό ( $\pm 5\%$ ), από τη θέση σε λειτουργία του βάρθρου εξισορρόπησης και έως 31.12.2017.*

*Γ)  $\pm$  τρία τοις εκατό ( $\pm 3\%$ ), από 1.1.2018 έως 31.12.2018.*

*Δ) Μηδέν τοις εκατό (0%), από 1.1.2019 και εφεξής.”*

Το δε πρόστιμο ανέρχεται σήμερα σε €0,3 / 1.000kWh (παρ.3, Άρθρο 29 ισχύοντος Κώδικα).

Η οικιακή κατανάλωση ΦΑ επηρεάζεται άμεσα από τον καιρό, ως εκ τούτου οι εκτιμήσεις για τη ζήτηση ΦΑ της επόμενης ημέρας επηρεάζονται άμεσα από δεδομένα πρόγνωσης καιρού. Κατά συνέπεια, η *ακρίβεια* αυτών των δεδομένων συνιστά κρίσιμη παράμετρο για την αποδοτική λειτουργία και τη βελτιστοποίηση των λειτουργικών εξόδων της εκάστοτε εταιρίας. Ωστόσο, οι παραδοσιακές προσεγγίσεις στην πρόγνωση καιρού βρίσκονται -δυστυχώς- αρκετά πίσω από τις απαιτήσεις του τομέα, καθώς απαιτείται όλο και μεγαλύτερη ακρίβεια, ολοκλήρωση με πληροφοριακά συστήματα και προσαρμογή στα ιδιαίτερα λειτουργικά χαρακτηριστικά του πελάτη.

# Υφιστάμενες λύσεις

Η ελληνική αγορά διανομής και παροχής φυσικού αερίου είναι σήμερα (και μέχρι το τέλος του 2017) μια κλειστή αγορά, στην οποία δραστηριοποιούνται λίγες συγκεκριμένες εταιρίες (Φυσικό Αέριο Αττικής, Αέριο Θεσσαλονίκης - Θεσσαλίας, Διανομή Αερίου Αττικής, Εταιρεία Διανομής Φυσικού Αερίου Θεσσαλονίκης - Θεσσαλίας). Οι λύσεις που εφαρμόζονται ή που έχουν εφαρμοστεί στο παρελθόν από τις εταιρίες αυτές για την πρόβλεψη κατανάλωσης ΦΑ έχουν ξεκινήσει από “απλά” spreadsheet/excel με χειροκίνητη εισαγωγή δεδομένων και έχουν εξελιχθεί σήμερα -σε κάποιες περιπτώσεις- σε εξειδικευμένα μοντέλα πρόβλεψης με αυτοματοποιημένη εισαγωγή δεδομένων πρόγνωσης καιρού, τα οποία κάνουν χρήση στατιστικών αλγορίθμων ή/και μηχανικής μάθησης.

Κάποιες από τις σημαντικές προκλήσεις που καλούνται να αντιμετωπίσουν οι παραπάνω παρεχόμενες λύσεις, είναι:

- η αξιοπιστία της ποιότητας των μετεωρολογικών δεδομένων
- η ακρίβεια των προγνώσεων, και η βελτίωση των μοντέλων πρόβλεψης σε βάθος χρόνου
- η ευρωστία της υπηρεσίας που παρέχει τα μετεωρολογικά δεδομένα
- η παροχή της υπηρεσίας σε χρονικά διαστήματα που εξυπηρετούν το χρήστη (ανά ώρα, ημέρα, εβδομάδα κ.λπ.) και ανάλυση/λεπτομέρεια στις τοποθεσίες ενδιαφέροντος
- η ολοκλήρωση με άλλα υφιστάμενα πληροφοριακά συστήματα, π.χ. παρακολούθηση οικονομικών, προφίλ καταναλωτών, κ.λπ.
- η διαχείριση της πρόσβασης χρηστών στα σχετικά δεδομένα και η ασφάλεια

Πολλές από αυτές τις προκλήσεις μένουν σε μεγάλο βαθμό αναπάντητες από τις υφιστάμενες λύσεις. Βασική αιτία είναι ότι η αντιμετώπισή τους απαιτεί διεπιστημονική προσέγγιση σε πολλαπλά μέτωπα: επιστήμης δεδομένων, πληροφοριακών συστημάτων, μετεωρολογίας, στατιστικής επεξεργασίας και μηχανικής μάθησης, γνωσιακά πεδία τα οποία πρόσφατα άρχισαν να “συνεργάζονται” συχνά σε λύσεις του χώρου *Ίντερνετ των Πραγμάτων* (Internet of Things - IoT).

Στην προσπάθεια τους οι πάροχοι να αντιμετωπίσουν τα παραπάνω προβλήματα συχνά καταλήγουν σε ανάπτυξη λύσης με πόρους της ίδιας της εταιρίας (in-house) και επένδυση σημαντικού τμήματος των διαθέσιμων ανθρώπινων πόρων στη συντήρηση και λειτουργία αυτού του συστήματος. Η δραστηριότητα αυτή δε συμπίπτει απαραίτητα με το “κατ’ εξοχήν” επιχειρηματικό αντικείμενο της εταιρίας, και συνεπώς επιφέρει σημαντικό ρίσκο αποτυχίας / φτωχών αποτελεσμάτων στο όλο εγχείρημα. Η δε ανάθεση σε εξωτερικό συνεργάτη (outsource) παρουσιάζει τη δυσκολία εύρεσης κατάλληλης εταιρίας που να συνδυάζει τις παραπάνω γνώσεις και εμπειρία, και επιφέρει αντίστοιχο κίνδυνο αποτυχίας. Τέλος, η επιλογή της αγοράς έτοιμης λύσης από κάποια εξειδικευμένη εταιρία του εξωτερικού συχνά “σκοντάφτει” στο γεγονός ότι η λύση είναι μέρος μιας συνολικότερης σουίτας εφαρμογών, η οποία “κλειδώνει” το χρήστη σε συγκεκριμένη επιλογή σε συνολικό επιχειρησιακό επίπεδο, με κρυφά υψηλά κόστη όταν ο πελάτης δε θα μπορεί να κάνει πίσω.

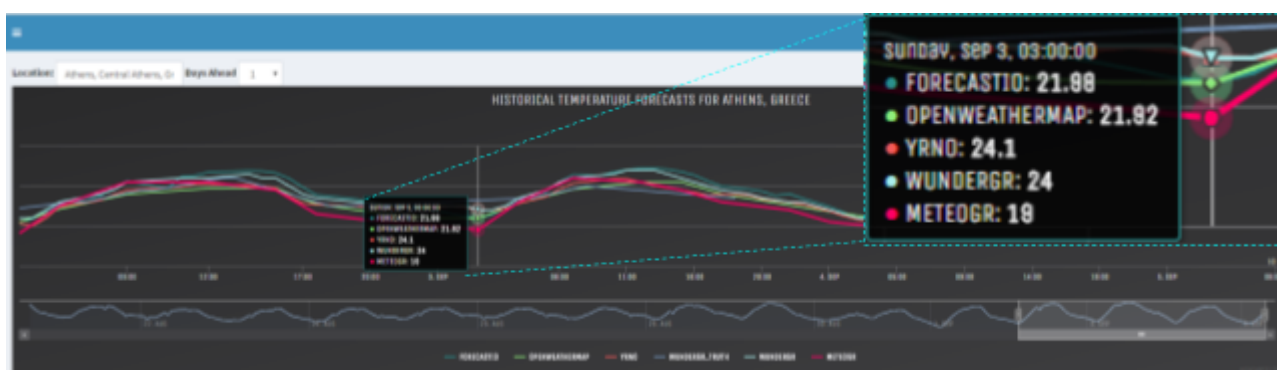
## Η λύση της Ex Machina

Η παρεχόμενη λύση της Ex Machina για την πρόβλεψη ζήτησης φυσικού αερίου, ForecastXM, ξεκινάει από μια πολύ ευνοϊκή αφετηρία, την ικανότητα της εταιρίας μας να παράγει τη δική της

πρόγνωση καιρού αυξημένης ακρίβειας (Weather ex Machina), καθώς και τη μεγάλη τεχνογνωσία και εμπειρία σε έργα Industrial IoT.

## Weather ex Machina (WxM)

Οι ποικίλοι τρόποι εκτέλεσης των δυο επικρατέστερων παγκόσμιων μοντέλων μετεωρολογικής πρόγνωσης (GFS και ECMWF), καθώς και οι επιμέρους τροποποιήσεις που κάνει κάθε μετεωρολογική υπηρεσία στις προγνώσεις της, έχουν σαν αποτέλεσμα την εμφάνιση αρκετά διαφορετικών προγνώσεων για το ίδιο σημείο. Στην Ελλάδα οι διαφορές αυτές δύνανται να ξεπερνούν τους 10°C σε πρόγνωση θερμοκρασίας. Η υπηρεσία WxM παρακολουθεί αδιάλειπτα όλες τις διαθέσιμες προγνώσεις για τα σημεία του πελάτη από υπηρεσίες όπως [noaa.gov](http://noaa.gov), [yr.no](http://yr.no), [wunder.forecast.io](http://wunder.forecast.io) κ.ά. και αξιολογεί την ακρίβεια της κάθε πρόγνωσης. Βάσει των αποτελεσμάτων αυτών συνθέτει αυτόματα μια καλύτερη πρόγνωση. Η υπηρεσία χρησιμοποιεί ως πηγές μετεωρολογικών δεδομένων επιλεγμένους παγκόσμιους, αξιόπιστους παρόχους και παράλληλα υπάρχει δυνατότητα να προστεθούν επιπλέον (τοπικές) πηγές με βάση τις προτιμήσεις του πελάτη.



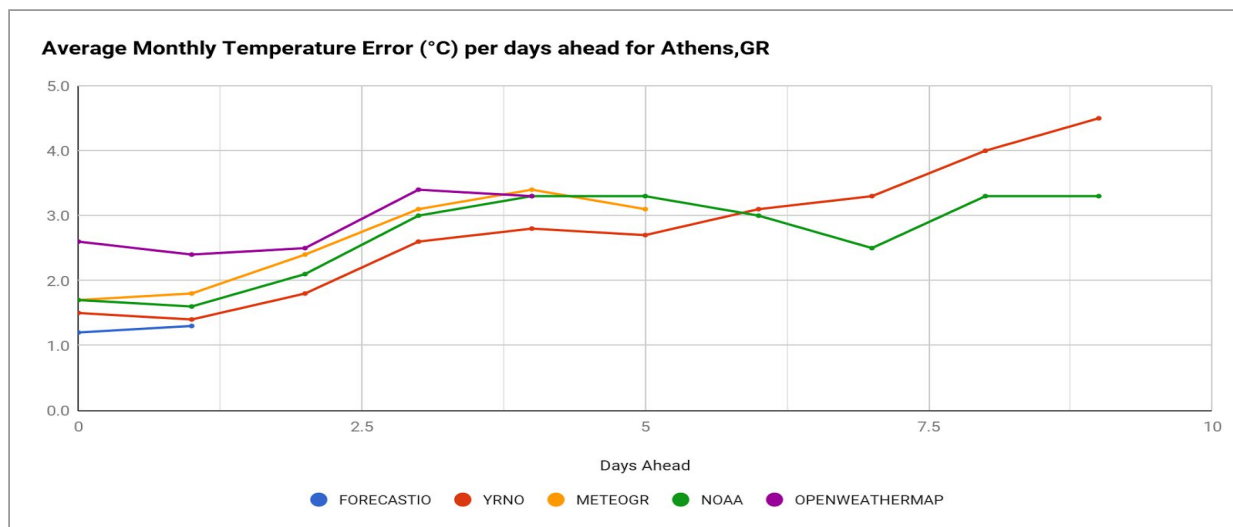
Εικ. 1. Παράδειγμα ιστορικών προγνώσεων θερμοκρασίας μιας ημέρας “μπροστά” πρόγνωσης, 03/09/2017

Στο παραπάνω γράφημα εικονίζονται (ιστορικές) προγνώσεις θερμοκρασίας για την Κυριακή 3 Σεπτεμβρίου 2017 στη Αθήνα, ώρα 03.00, όπως έγιναν από διάφορους παρόχους μια ημέρα πριν. Γνωρίζουμε από μετεωρολογικό σταθμό στο σημείο της πρόγνωσης ότι η θερμοκρασία εκείνη την ώρα ήταν τελικά **25.3°C** ενώ, για παράδειγμα, το [forecast.io](http://forecast.io) είχε προβλέψει **22°C**, δηλαδή σφάλμα πρόγνωσης 3.3°C στο κέντρο της Αθήνας, περιοχή με αρκετά προβλέψιμο καιρό λόγω του λεκανοπεδίου Αττικής. Σε άλλες περιοχές της Ελλάδας (π.χ. ορεινές) παρατηρούνται σημαντικά μεγαλύτερα σφάλματα προγνώσεων.

Στην Εικ. 2. ακολούθως φαίνεται ο μηνιαίος μέσος όρος σφάλματος θερμοκρασίας ανά ημέρες μπροστά για το μήνα Φεβρουάριο 2016 στην Αθήνα από 5 διαφορετικούς παρόχους. Όπως φαίνεται από το γράφημα ο μέσος όρος σφάλματος κυμαίνεται από 1.8°C έως 3.7°C, ενώ μεμονωμένες ημερήσιες προγνώσεις σε εκείνο το μήνα παρουσίασαν σφάλμα έως και 10°C.

Η υπηρεσία WxM διαχειρίζεται και επεξεργάζεται μετεωρολογικά δεδομένα από ένα ευρύ δίκτυο δημοσίως προσβάσιμων μετεωρολογικών σταθμών. Πρόκειται για περισσότερους από 180.000 μετεωρολογικούς σταθμούς παγκοσμίως. Χρησιμοποιώντας τεχνικές μηχανικής μάθησης είναι σε θέση να συνθέτει την πιο αξιόπιστη (meta-)πρόγνωση καιρού, η οποία βασίζεται στην πιο ακριβή πρόγνωση της πρόσφατης περιόδου από τους υφιστάμενους παρόχους, για κάθε μετεωρολογική

παράμετρο ξεχωριστά. Με αυτό τον τρόπο εξασφαλίζει ότι ο πελάτης θα έχει την καλύτερη δυνατή πρόγνωση και όχι απλώς μια “γενική” πρόγνωση για το σημείο ενδιαφέροντος του.



Εικ. 2. Γράφημα μέσου σφάλματος θερμοκρασίας ανά ημέρες “μπροστά” πρόγνωσης, 2/2016

Η υπηρεσία παρέχεται ως web service (API) ή με όποιο άλλο τρόπο επιθυμεί ο τελικός χρήστης (email, ftp κλπ).

Μια απλοποιημένη έκδοση της υπηρεσίας για το ευρύ κοινό υπάρχει ως εφαρμογή για Android έξυπνα κινητά τηλέφωνα στο Google Play: [WeatherXM](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.weatherxm.android)<sup>1</sup>.

## ForecastXM

Το ForecastXM είναι η λύση της Ex Machina για τη βραχεία (έως 9 ημέρες μπροστά) πρόβλεψη ζήτησης ΦΑ, η οποία βασίζεται στην πλατφόρμα EXM IoT. Με αυτοματοποιημένο τρόπο παρέχει πρόβλεψη της ζήτησης στα σημεία ενδιαφέροντος λαμβάνοντας υπόψη μεταξύ άλλων το ιστορικό παροχής ΦΑ, ιστορικά μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής και την εξειδικευμένη μετεωρολογική πρόγνωση WxM για τη συγκεκριμένη περιοχή. Η πρόβλεψη παρέχεται σε ωριαία και ημερήσια βάση. Τα μετεωρολογικά δεδομένα παρέχονται ως ανεξάρτητο component από την υπηρεσία Weather Ex Machina μέσω κατάλληλου web service (API).

Η λύση προσαρμόζεται στις ιδιαίτερες ανάγκες του εκάστοτε παρόχου ΦΑ. Τα μοντέλα πρόβλεψης αναπτύσσονται για τον κάθε πάροχο ξεχωριστά και παρέχονται μέσω της υπηρεσίας ForecastXM ως Software-as-a-Service (SaaS), το οποίο επιτρέπει την κλιμάκωση της υπηρεσίας σε αντιστοιχία με την κλιμάκωση των εκάστοτε απαιτήσεων. Παράλληλα, η SaaS προσέγγιση εμφανίζει μια σειρά από επιπρόσθετα πλεονεκτήματα, όπως:

- χαμηλότερο κόστος,
- μείωση χρόνου δημιουργίας πρωτοτύπων,
- εύκολη και γρήγορη υλοποίηση σεναρίων,
- σταθερή λειτουργία, ασφάλεια, συντήρηση από εξειδικευμένη εταιρία,
- δυνατότητα άμεσης κλιμάκωσης ανάλογα με την κλιμάκωση του φόρτου εργασίας,
- απομακρυσμένη πρόσβαση, κ.α.

<sup>1</sup> <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.weatherxm.android>



Ανάμεσα στα πλεονεκτήματα του ForecastXM είναι τα ακόλουθα:

- άμεσα διαθέσιμη υπηρεσία σε όλη την Ελλάδα,
- βασίζεται στη δοκιμασμένη και αξιόπιστη υπηρεσία μετεωρολογικών δεδομένων Weather ex Machina™,
- παρέχει μετεωρολογικές εξειδικευμένες παραμέτρους που δε διατίθενται από δωρεάν υπηρεσίες, όπως custom heating degree days, cooling degree days κ.α.,
- ολοκληρώνεται με τα πληροφοριακά συστήματα του πελάτη,
- παρέχει προσαρμοσμένες ειδοποιήσεις για το χρήστη,
- χρησιμοποιεί προσαρμοσμένο στις ανάγκες του πελάτη μοντέλο πρόβλεψης μέσω τεχνικών μηχανικής μάθησης, το οποίο διαρκώς αυτο-βελτιώνεται,
- ο πελάτης έχει πρόσβαση σε όλα τα δεδομένα (και στα πρωτογενή) μέσα από εξαιρετικά φιλικό responsive web based περιβάλλον, στο οποίο η EXM προσθέτει λειτουργικότητα σύμφωνα με τις απαιτήσεις του έργου.

Οφέλη που απολαμβάνει ο τελικός χρήστης από την εν λόγω υπηρεσία ειδικότερα είναι:

1. αυτοματοποίηση της διαδικασίας εκτίμησης δεσμευόμενης δυναμικότητας για την *Ημερήσια Δήλωση*, με προαιρετική δυνατότητα χειρωνακτικού ελέγχου - επιβεβαίωσης,
2. αποδέσμευση ανθρώπινων πόρων για τη διαχείριση χαρτοφυλακίων,
3. ελαχιστοποίηση των εξόδων σε πρόστιμα λόγω ανακριβούς πρόβλεψης στην *Ημερήσια Δήλωση*,
4. βελτιστοποίηση εκτίμησης ετησίου *φορτίου βάσης* παροχής ΦΑ, σύμφωνα με το πελατολόγιο της εταιρίας, και μεγιστοποίηση κέρδους,
5. πολύτιμο εργαλείο διαχείρισης ρίσκου.

## Ικανότητα πρόγνωσης

Η κατανάλωση ΦΑ για οικιακή χρήση παρουσιάζει μεγάλη συσχέτιση με τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν στην υπό εξέταση περιοχή και κυρίως με την ελάχιστη, μέγιστη και μέση θερμοκρασία (θέρμανση οικίας), την υγρασία, τους επικρατούντες ανέμους και αντίστοιχα κλιματικά δεδομένα του προηγούμενου διαστήματος. Αρκετές προσπάθειες έχουν γίνει για τη λύση του συγκεκριμένου προβλήματος με μοντελοποίηση γραμμικής παλινδρόμησης με περιορισμένη, ωστόσο, επιτυχία, λόγω της μη γραμμικής φύσης του προβλήματος εκτίμησης κατανάλωσης/ζήτησης ΦΑ.

Το ForecastXM χρησιμοποιεί μοντέλα μηχανικής μάθησης για να κάνει την πιο αξιόπιστη πρόβλεψη ζήτησης ΦΑ για την επόμενη ημέρα και για τις ακόλουθες, σε βάθος χρόνου 9 ημερών. Στόχος είναι η κατά το δυνατόν ακριβέστερη εκτίμηση ζήτησης της επόμενης ημέρας, ώστε να ελαχιστοποιούνται ή να αποσοβούνται τα πρόστιμα για το δυνατόν μεγαλύτερο ποσοστό ημερών του έτους. Με την πάροδο του χρόνου το μοντέλο βελτιώνεται διαρκώς “μαθαίνοντας” από τα σφάλματα του προηγούμενου διαστήματος.

Τα βασικά δεδομένα που χρησιμοποιεί το μοντέλο είναι:

- αριθμός συμβολαίων,
- ιστορικά δεδομένα κατανάλωσης ΦΑ,
- ημέρα της εβδομάδας,
- μήνας του έτους,
- μετεωρολογικές μεταβλητές, όπως:
  - min/max temperature
  - mean temperature

- wind direction
- humidity

Το μοντέλο μηχανικής μάθησης εκπαιδεύεται και εξειδικεύεται για τον εκάστοτε πελάτη.

## ForecastXM Demo

Ένα απλουστευμένο demo της υπηρεσίας έχει υλοποιηθεί πάνω σε δημοσίως προσβάσιμα δεδομένα παροχής ΦΑ στα ΣΕΔΔ<sup>2</sup> του ΔΕΣΦΑ (<http://www.desfa.gr>). Ενδεικτικά έχουν χρησιμοποιηθεί σύνολα δεδομένων παροχής ΦΑ από τα ακόλουθα ΣΕΔΔ:

- Αθήνα
- Θεσσαλονίκη
- Λάρισα
- Βόλος
- Καρδίτσα

Για κάθε ένα από τα παραπάνω ΣΕΔΔ έχει κατασκευαστεί ένα μοντέλο μηχανικής μάθησης, το οποίο έχει εκπαιδευτεί από τα δεδομένα κατανάλωσης των προηγούμενων ετών, τις μετεωρολογικές παραμέτρους καθώς και κάποιες επιπλέον εξειδικευμένες παραμέτρους. Για την εκπαίδευση έχουν χρησιμοποιηθεί δεδομένα έως 31/09/2016<sup>3</sup> και η επαλήθευση έχει γίνει με τα δεδομένα από τους μήνες Οκτώβριο 2016 έως και Απρίλιο 2017.

Το demo λειτουργεί ως ενεργός υπηρεσία σε πραγματικό χρόνο και ο χρήστης μπορεί να παρακολουθεί καθημερινά τις προβλέψεις επόμενης ημέρας (και την ακρίβεια) του μοντέλου για τα πέντε ΣΕΔΔ που έχουν αναφερθεί.

Η υπηρεσία ForecastXM είναι προσβάσιμη μέσω του συνδέσμου: <http://gas.exm.gr>

## Η εταιρία

Η Ex Machina Ιδρύθηκε το 2015 και το ίδιο έτος βραβεύτηκε με το πρώτο βραβείο για καινοτόμες λύσεις Internet of Things σε δύο διαγωνισμούς: το ΟΑΣΑ crowdhackathon και το διαγωνισμό The Digital Gate, του Διεθνούς Αερολιμένα Αθηνών και του Οικονομικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Τα ιδρυτικά μέλη της εταιρίας επιλέχθηκαν και συμμετείχαν σε εθνικά και διεθνή προγράμματα εκκόλαψης νεοφυών επιχειρήσεων τα τελευταία χρόνια αποκτώντας σημαντική γνώση και εμπειρία γύρω από την επιχειρηματικότητα.

Με στόχο την εξάλειψη της αβεβαιότητας για την πρόγνωση καιρού, η Ex Machina ξεκίνησε τη δραστηριότητά της στο χώρο της παροχής και επεξεργασίας μετεωρολογικών δεδομένων υλοποιώντας και διαθέτοντας την υπηρεσία Weather ex Machina™. Στην πορεία, αξιοποιώντας την πολυετή εμπειρία σε τεχνολογίες Ίντερνετ των Πραγμάτων (Internet of Things), ασύρματους αισθητήρες και “έξυπνους” μετρητές (smart meters) με τη δυνατότητα ανάλυσης δεδομένων Big Data, εξειδίκευσε τις υπηρεσίες της προς την κατεύθυνση του predictive analytics και συγκεκριμένα προς την ανάλυση και συσχέτιση μετεωρολογικών δεδομένων με την πρόβλεψη ζήτησης φυσικού αερίου, αυξημένης αξιοπιστίας και γεωγραφικής ακρίβειας.

---

<sup>2</sup> Σημεία Εξόδου Δικτύου Διανομής

<sup>3</sup> Η ημερομηνία έναρξης των δεδομένων ποικίλει ανάλογα με το υπό εξέταση ΣΕΔΔ. Η παλαιότερη είναι από Σεπτέμβριο 2008, για την Αθήνα, και η νεότερη από Αύγουστο 2014 για το Βόλο.

Η επιτυχημένη πορεία της εταιρίας επιβεβαιώνεται από τις σημαντικές συνεργασίες που έχει συνάψει τα τελευταία χρόνια με σημαντικές εταιρίες όπως οι Microsoft Hellas, IBM Hellas, ΚΑΥΚΑΣ και DELPHIS group και με εξέχοντες πελάτες του ελληνικού χώρου, όπως ο Διεθνής Αερολιμένας Αθηνών, η Εταιρία Παροχής Αερίου (Φυσικό Αέριο) Αττικής και ο ΑΔΜΗΕ, οι οποίες είναι και εταιρίες που επιλέχθηκαν ως “Οι πρωταγωνιστές της ελληνικής οικονομίας 2015”.