

Πλατφόρμα λογισμικού για την επίτευξη του στόχου μηδενικές εκπομπές CO₂ Η περίπτωση της Marsk

Γκίνης Κωνσταντίνος

23 Μαρτίου 2025

Περιεχόμενα

1	Εισαγωγή	3
2	Υπάρχουσα κατάσταση	3
2.1	Μεθοδολογία μετρήσεων με βάση το κόστος	3
2.2	Μεθοδολογία με βάση τη δραστηριότητα	3
2.3	Υβριδική μεθοδολογία	3
3	Τεχνολογίες	3
4	Αρχιτεκτονική συστήματος	4
5	Περιγραφή της πλατφόρμας	4
6	Συμπεράσματα	4
7	Βιβλιογραφία	5

1 Εισαγωγή

Αναμένεται σύντομα, κάθε εταιρεία εντός Ευρωπαϊκής Ένωσης να υποχρεωθεί να δηλώνει τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO₂ από δω και πέρα) που προκύπτουν απ' τη διεξαγωγή των επιχειρηματικών ενεργειών της.

Έχει συνεπώς ξεκινήσει η ανάπτυξη μιας πλατφόρμας λογισμικού που θα μπορεί τόσο να συλλέγει και αναλύει πληροφορίες από κάθε σχετικό πληροφοριακό σύστημα της εταιρείας, όσο και να διευκολύνει τον έλεγχο από τρίτες αρχές, ενώ παράλληλα παράγει και ένα νέο προϊόν, υπό τη μορφή πιστοποιητικών εκπομπών στους πελάτες.

2 Υπάρχουσα κατάσταση

Οι περισσότερες μεγάλες εταιρείες διέπονται από το GHG Protocol (greenhouse gas protocol - πρωτόκωλο εκπομπών αερίων θερμοκηπίου) σχετικά με τη μέτρηση των εκπομπών τους. Το πρωτόκωλο αυτό ξεκίνησε να χρησιμοποιείται από το 2001 και αφορά όλα τα σχετικά αέρια θερμοκηπίου που σημειώνονται στη συνθήκη του Κυότο (1997).

Οι εκπομπές CO₂ χωρίζονται συνήθως σε 3 κατηγορίες:

- Κατηγορία 1: Απ' ευθείας εκπομπές
- Κατηγορία 2: Έμμεσες εκπομπές από την παραγωγή και προμήθεια ενέργειας που καταναλώνει ένας οργανισμός
- Κατηγορία 3: Εκπομπές από μέσα παραγωγής που δεν ανήκουν απ' ευθείας στον οργανισμό, αλλά είναι εμμέσως υπεύθυνος για τη χρήση τους.

2.1 Μεθοδολογία μετρήσεων με βάση το κόστος

Η μεθοδολογία αυτή στηρίζεται στην οικονομική αξία των καυσίμων, πολλαπλασιασμένη από ορισμένους παράγοντες εκπομπών. Στηρίζεται σε μέσο όρο εκπομπών για την εκάστοτε βιομηχανία, που προκύπτει από διεθνή δεδομένα. Είναι η απλούστερη μέθοδος, ωστόσο οδηγεί σε απώλεια ακρίβειας.

2.2 Μεθοδολογία με βάση τη δραστηριότητα

Η συγκεκριμένη μεθοδολογία συλλέγει όσο περισσότερα δεδομένα είναι δυνατό, σε όλη την κατακόρυφη αλυσίδα μιας εταιρείας. Στηρίζεται στην καταγραφή αναλυτικών δεδομένων για κάθε δράση της εταιρείας. Αυτό παρέχει τη μέγιστη δυνατή ακρίβεια, αλλά συνεπάγεται και πολύ μεγαλύτερης πολυπλοκότητας στην υλοποίηση.

2.3 Υβριδική μεθοδολογία

Η υβριδική μεθοδολογία προτείνεται και από το GHGP συνδυάζοντας τις δύο προαναφερθείς μεθοδολογίες. Αφενός συλλέγονται όσο περισσότερα δεδομένα είναι εφικτό, αφετέρου τα κενά συμπληρώνονται με τις εκτιμήσεις βάση κόστους. Αποτελεί μια ισορροπημένη απάντηση στο πρόβλημα που καλύπτει τυχόν κενά δεδομένων, με τη μικρότερη δυνατή απώλεια ακρίβειας. Αυτή είναι και η μεθοδολογία που επιλέχθηκε να υλοποιηθεί από την πλατφόρμα λογισμικού που περιγράφεται.

3 Τεχνολογίες

Η φύση του προβλήματος ταιριάζει με φυσικό τρόπο στο νοητικό μοντέλο ενός συστήματος προμήθειας γεγονότων (event sourcing). Συγκεκριμένα, διάφορες πηγές, σύγχρονες (βάσεις δεδομένων ή APIs) ή ασύγχρονες (ουρές - queues ή ροές - data streams), περνούν από ένα pipeline (γραμμή αγωγών) δεδομένων, μετασχηματίζονται, και συλλέγονται. Όλη αυτή η επεξεργασία δεν έχει χρονικές εξαρτήσεις,

συνεπώς μπορεί να παραλληλοποιηθεί πλήρως, άρα ένα σύστημα με εύκολη παραλληλία είναι επιθυμητό (horizontal scaling). Τέλος, είναι σημαντική η ανοχή σε σφάλματα.

Οι παραπάνω απαιτήσεις πληρούνται εξαιρετικά από τη γλώσσα προγραμματισμού Elixir, ενώ η ανάγκη για δυναμική ανάθεση υλικού (για προσαρμογή της παραλληλίας στις επεξεργαστικές ανάγκες), μπορεί να εκπληρωθεί από τεχνολογίες νέφους (cloud), όπως το Microsoft Azure στην περίπτωση μας.

4 Αρχιτεκτονική συστήματος

Το σύστημα αποτελείται από έναν server (εξυπηρετητή) βάσης δεδομένων, με πολλές επιμέρους βάσεις δεδομένων επάνω του. Η κάθε βάση αφορά τις ανάγκες κάθε προϊόντος που προσφέρεται στην πλατφόρμα του Πάγκου Εργασίας Εκπομπών.

Ο web server τρέχει σε τρία αντίγραφα (διαχειριζόμενα μέσω Kubernetes) τα οποία συνδέονται αυτόματα (μέσω ενός load balancer και reverse proxy της Akamai) με τους περιηγητές των χρηστών.

Η διεργασία επεξεργασίας δεδομένων τρέχει συνεχώς (ως χωριστή διεργασία απ' τον web server) σε ένα απ' τα (εικονικά) μηχανήματα που τρέχουν οι web servers. Εξετάζει σύγχρονα εσωτερικές βάσεις δεδομένων (polling) για ενημερώσεις και εισάγει τα νέα δεδομένα εάν υπάρχουν. Παράλληλα, δέχεται ασύγχρονα δεδομένα από ουρές Kafka (λογισμικό του Apache foundation που λειτουργεί ως message broker - μεσίτης μηνυμάτων) και άλλα ιδιωτικά push APIs.

5 Περιγραφή της πλατφόρμας

Το λογισμικό παρουσιάζεται στο χρήστη (υπάλληλοι της εταιρείας μόνο), μέσω μιας ιστοσελίδας. Εκεί ανά πάσα στιγμή υπάρχουν τα νεότερα δεδομένα που έχουμε στη διάθεσή μας, και ασύγχρονα ενημερώνεται η σελίδα ακόμα και αν είναι ήδη ανοιχτή χωρίς να χρειάζεται ανανέωση.

Η συνεχής ροή των δεδομένων, διευκολύνει επίσης τις πωλήσεις “οικολογικών προϊόντων” (ECO Products), που αφορούν τρόπους αποστολής εμπορευμάτων με εναλλακτικά καύσιμα, με μειωμένες εκπομπές ρύπων. Συγκεκριμένα, ανά πάσα στιγμή, ένας πωλητής μπορεί να γνωρίζει τι διαθεσιμότητα υπάρχει για κάθε εναλλακτικό καύσιμο, ποιά είναι η τρέχουσα τιμή του, κτλ ώστε να το χρεώσει αντίστοιχα.

Επιπροσθέτως, δίνεται η δυνατότητα στην εταιρεία να πουλάει “εικονικά” χαμηλότερες εκπομπές CO₂, με αποδείξιμο τρόπο ότι αυτές συνέβησαν.

Τέλος, ένα μεγάλο ανταγωνιστικό πλεονέκτημα αφορά την έκδοση πιστοποιητικών. Μιας και η διαδικασία είναι πλήρως ελέγξιμη, είναι δυνατό να εκδοθούν πιστοποιητικά για τις εκπομπές κάποιου πελάτη για τις συναλλαγές του με την εταιρεία.

6 Συμπεράσματα

Η ανάπτυξη του συστήματος αυτού έχει ήδη αποδείξει τη χρησιμότητά της απ' τη μεριά των χρηστών της. Από τεχνολογικής απόψεως, μέχρι στιγμής οι βασικές επιλογές που έγιναν για τεχνολογίες και αρχιτεκτονική, έχουν αποδειχθεί αποτελεσματικές και ευέλικτες. Ο ρυθμός ανάπτυξης νέων δυνατοτήτων έχει παραμείνει σταθερός και προβλέψιμος για όλη τη διάρκεια ζωής της πλατφόρμας, κάτι που αποδεικνύει την εξαιρετική κατάσταση που βρίσκεται η βάση κώδικα του συστήματος, αλλά και την άριστη αρθρωτή κατασκευή που επιτρέπει την προσθήκη και αντικατάσταση τμημάτων χωρίς μεγάλο κόστος. # Μελλοντική Εργασία

Στο άμεσο μέλλον θα επεκταθούν οι πηγές δεδομένων που θα καταναλώνονται από την πλατφόρμα. Επιπλέον ορισμένες μέθοδοι συλλογής δεδομένων θα αντικατασταθούν με άλλους, περισσότερο άμεσους (που παρέχουν μεγαλύτερη ακρίβεια).

Ένας ακόμη στόχος είναι η περεταίρω ανάπτυξη δυνατοτήτων πρόβλεψης εκπομπών και βελτιστοποίησης διαχείρισης καυσίμων.

7 Βιβλιογραφία

“The GHG Protocol: A corporate reporting and accounting standard (revised edition)”. World Business Council for Sustainable Development.

Kaplan, Robert S.; Ramanna, Karthik (12 April 2022). “We Need Better Carbon Accounting. Here’s How to Get There”. hbr.org; Harvard Business Review. Harvard University.